

Angewandte Botanik

Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik

Herausgegeben
im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer
Prof. Dr. K. HASSEBRAUK

Fünfunddreißigster Band (1961)

1961

VEREINIGUNG FÜR ANGEWANDTE BOTANIK E.V.
BERLIN-DAHLEM

Im Buchhandel zu beziehen durch den Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
Postverlagsort Berlin

Angewandte
Botanik

Alle Rechte
insbesondere das Recht der Übertragung in fremde Sprachen, vorbehalten
Deutsche Zentraldruckerei AG., Berlin SW 61
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Originalarbeiten	
Beye, F., Vergleich der pflanzenphysiologischen Wirkungen von Insektizidpräparaten in Modellversuchen	146
Bolle, F., Über die Auswertung von pflanzenschutzlichen Versuchen, Teil I und II	61
Burghardt, H., Blattdüngung der Kulturpflanzen (Sammelreferat) ..	191
Butin, H., Versuche zum künstlichen Verblauen von Kiefernspilnholz mit dem Pilz <i>Pullularia pullulans</i> (de Bary) Berkh.	94
Fischnich, O., und Pätzold, Chr., Wuchsstoffanwendung im Kartoffelbau	1
Hassebrauk, K., Nachruf auf H. T. Güssow	171
Hassebrauk, K., Nachruf auf Johanna Westerdijk	219
Huber, B., Der Aufgabenbereich der angewandten Botanik	173
Huber, B., und Mayer, H., Was ist Apisflor?	263
Hülsmann, G., und Micke, A., Untersuchungen über den günstigsten Zeitpunkt der Samenernte beim weißen Steinklee	181
Jahnel, H., Zur Frage der Bestimmung der Keimfähigkeit in der Saatgutprüfung überliegenden Forstsaatgutes (Schnittprobe, Keimprüfung, Tetrazolium)	107
Knapp, R., Wirkungen von Behandlungen mit Gibberellinen auf die Entwicklung von Pflanzen (Sammelreferat)	221
Micke, A., Untersuchungen über die Verwendung von Gewächshäusern mit Bienen bei der Rotkleezüchtung	176
Monreal, K., Die Wirkung von Actidion auf <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i>	24
Respondek, V., Vergleichende Untersuchungen an Mutanten nach Röntgenbestrahlung und Behandlung mit mutagenen Chemikalien	184
Siegel, O., und Goerke, W., Eine Versuchseinrichtung zur Anzucht von Pflanzen unter standardisierten Bedingungen bei gleichzeitiger Kontrolle des CO ₂ -Stoffwechsels	81
Theden, G., Untersuchungen über die Fähigkeit holzerstörender Pilze zur Trockenstarre	131

2. Besprechungen aus der Literatur

Aach 128; Aellen 272; Allen 273; Blätter zur Berufskunde 272; Coolhaas, de Fluiter und Koenig 76; Eames 158; Esdorn 159; Gabriel 215; Geiger 215; Gildemeister und Hoffmann II 127, IIIa 72, V 73; Handbuch d. landw. Versuchs- und Untersuchungsmethodik X 275; Handbuch d. Pflanzenanatomie III₄ 125, III₅ 125, VI₁ 126, VIII₁ 160; Handbuch d. Pflanzenkrankheiten VI₁ 122; Handbuch der Pflanzenphysiologie XII₁ u. 2 121; Herrmann und Alkemade 73; Jahrbuch 1959 Wiener Bundesanst. 120; Kiffmann 119; Kutschera 162; Liebmann 216; Linsken 163; Lobanow 74; Meyl 163; Nuernbergk 164; Poeppig 118; Redinger 165; Riebt 216; Russell 165; Schmidt 275; Seleman 167; Sonn 117; Sortenratgeber 276; Sprecher von Bernegg III₂ 76; Thommen 276; Treibs 72, 73, 127; Walter 77; Werner 217.

3. Bericht über die 51. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 25. Mai 1961 in Halle a. d. Saale	154
4. Bericht über die Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 23. bis 28. Mai 1961 in Halle a. d. Saale	156
5. Personalnachrichten	
Aufhammer 218; Bavendamm 79; Brouwer 79; Fuchs 130; Gleisberg 277; Güssow 169 (Nachruf 171); Hoffmann 277; Huber 277; Köhnlein 79; König 218; Kuckuck 277; Linskens 218; Mevius 277; Niemann 277; Röbbelen 277; Scheibe 277; Schumacher 277; Stapp 130, 277; Straub 169; Thielebein 277; Tornau 169; Westerdijk 169, 278 (Nachruf 219); Windisch 218; Zeller 79.	
6. Aus der Mitgliederbewegung	79, 130, 169, 218, 278
7. Sachverzeichnis	279

Wuchsstoffanwendung im Kartoffelbau¹⁾

Von

O. Fischnich und Chr. Pätzold

1. Einleitung
2. Material-Methodik
3. Ergebnisse
 - 3.1 Beeinflussung der Kartoffelpflanze
 - 3.11 Oberirdische Pflanzenteile
 - 3.12 Knollen
 - 3.121 Ertrag — Knollendehformierung
 - 3.122 Inhaltsstoffe
 - 3.123 Lagerfähigkeit
 - 3.124 Pflanzgut
 - 3.125 Nahrungs- u. Futtermittel
 - 3.1251 Geschmacksprüfungen
 - 3.1252 Tierfütterungsversuche
 - 3.2 Beeinflussung von Unkräutern
 - 3.3 Einfluß auf Nachfrüchte
4. Schlußbetrachtung
5. Literatur

1. Einleitung

Als man erkannt hatte, daß Wuchsstoffe die Entwicklung von Pflanzen zu beeinflussen vermögen, erlangten sie bald auf verschiedenen Gebieten des Gartenbaues und der Landwirtschaft Bedeutung (2, 20, 30, 32). Auch im Kartoffelbau fanden sie — einerseits zur Verzögerung des Keimaustriebes der Knollen (7, 10, 13, 31), andererseits zur Unkrautbekämpfung in Kartoffelbeständen (1, 3, 6, 12, 14, 22, 27, 28, 34) — Anwendung.

Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit der Einsatzmöglichkeit von Wuchsstoffen für den zuletzt genannten Zweck. Im Zusammenhang damit wurden die Reaktion der Kartoffelpflanze vom Auflaufen bis zum Vergilben des Krautes nach Behandlung mit verschiedenen Wuchsstoffen, das Verhalten von Kartoffelknollen behandelter Pflanzen während ihrer Aufbewahrung, die Veränderungen der Inhaltsstoffe von Knollen behandelter Pflanzen sowie ihr Einfluß auf Kartoffelpflanzgut, Boden und Nachfrüchte untersucht. Die Verfütterung von Knollen behandelter Pflanzen an Ratten und Mäuse sollte Aufschluß darüber geben, ob sich eine Wuchsstoffbehandlung des Krautes nachteilig auf die Knollen auswirkt.

2. Material — Methodik

Die Untersuchungen wurden in Braunschweig-Völkenrode auf einem schwach-lehmigen, schwach-humosen Sandboden — Wertzahl ca. 34 — durchgeführt. Sorten aller Reifegruppe (VERA, CORONA, TERENA, BONA, OLYMPIA, LORI, FLAVA, ACKERSEGEN, MARITTA, URTICA) standen für die Untersuchungen zur Verfügung. Die Behandlung erfolgte unmittelbar nach

¹⁾ Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. H. v. Guttenberg zum 80. Geburtstage.

dem Auflaufen und danach in Zeitabständen von 2 bis 3 Wochen bis zum Vergilben der Blätter. Die Pflanzen wurden einmal mit wässrigen Lösungen des Natriumsalzes der 2,4-D unterschiedlicher Konzentration (0,0001; 0,001; 0,01; 0,1; 1,0 %) so besprüht, daß die Mehrzahl der Blätter gut benetzt war. Bei voll entwickelten Pflanzen kam eine Flüssigkeitsmenge von 800 l/ha zur Anwendung. Neben der reinen Substanz benutzten wir das 2,4-D-Salz „Hedonal-flüssig“ der Firma Bayer in einer Aufwandmenge von 2 bzw. 4 l/ha, ein MCPA-Salz-Präparat „M 52 flüssig“ der Firma Schering in einer Aufwandmenge von 4 bzw. 8 l/ha und die MCPA + 2,4,5-T-Esterkombination „Sekuron TM“ der Firma Aglukon in einer Aufwandmenge von 1 bzw. 2 l/ha. Diese Handelspräparate wurden zum Zeitpunkt der Blüte bzw. unmittelbar vor dem Vergilben der Blätter versprüht.

Das Verhalten der Kartoffelpflanze und das der Unkräuter wurde laufend beobachtet. Vor der Ernte wurde Zahl und Gewicht der hauptsächlich vorkommenden Unkräuter bestimmt. Bei der Ernte wurden der Knollenertrag (Zahl und Gewicht) und Veränderungen an Knollen festgestellt. Am Tage vor dem Roden entnahmen wir aus den Bodenschichten 0—1 cm und 0—20 cm Bodenproben und stellten diese in Blumentöpfen unter freiem Himmel auf. Sie dienten als Keimbett für Wintergerste und Wintererbsen.

Die Knollen wurden unmittelbar nach der Ernte auf Inhaltsstoffe, Geschmack, Widerstandsfähigkeit gegen Druck und auf Viruserkrankheiten untersucht. Die gleichen Untersuchungen, mit Ausnahme der Virusteste an Knollen, die im Februar vorgenommen wurden, kamen auch im April bzw. Juni nach neunmonatiger Aufbewahrung zur Durchführung. Während dieser Zeit lagerten die Kartoffeln in einem Keller mit zunächst hoher, dann niedriger und schließlich wieder ansteigender Temperatur ($17^{\circ} \rightarrow 2^{\circ} \rightarrow 8^{\circ} \text{C}$) und einer rel. Luftfeuchtigkeit von 90 %. Nach Beginn des Keimaustriebes wurden im Abstände von mehreren Wochen die Keimlänge, das Keimgewicht und im April bzw. Juni der Knollengewichtsverlust ermittelt.

Ein Teil des Knollenmaterials wurde nachgebaut und hiermit in Verbindung wurden Beobachtungen über den Auflauf, die Entwicklung, Krankheiten und den Ertrag vorgenommen.

Nach der Ernte bis zum Ende der Lagerung — April bzw. Juli — wurde das Material gedämpft an Ratten und Mäuse verfüttert, um festzustellen, ob nach Nahrungsaufnahme Störungen irgendwelcher Art bei den Tieren festzustellen sind. Die Untersuchungen mit Ratten (Wistar-Stamm) liefen einmal ab 8.1.1959 bis zum Verlöschen der Fertilität bzw. bis zum natürlichen Tode der Versuchstiere (April 1959). Hierbei blieben die Elterntiere am Leben. Die Jungtiere wurden jeweils nach ihrer Geburt getötet. In einem weiteren Versuch mit Ratten (ab Mai 1959) wurden stets die Elterntiere nach dem Aufziehen der Jungtiere getötet. Der Versuch lief so ständig mit Jungtieren weiter. Daneben wurde ein Versuch mit krebsempfindlichen Mäusen durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Beeinflussung der Kartoffelpflanze

3.1.1 Oberirdische Pflanzenteile

Werden junge Kartoffelpflanzen — vom Auflaufen bis zum Blühbeginn — einmal mit Wuchsstofflösungen in einer Konzentration von 0,001 bis 0,01 % 2,4-D besprüht, dann zeigen sie vorübergehend meist eine leichte Torsion der Blätter und Stengel. Die zur Zeit der Wuchsstoffeinwirkung noch embryonalen Blätter behandelter Pflanzen weisen

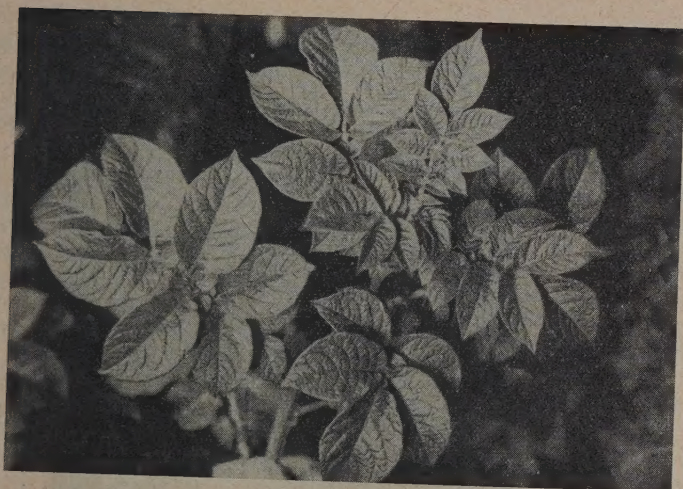


Abb. 1. Blattveränderungen nach Wachsstoffbehandlung

Sorte: ACKERSEGEN

Behandlung: 3. 6. 1954

Aufnahme: 27. 7. 1954

Oben: Kontrolle

Unten: 0,1 % 2,4-D

nach dem Austreiben eine etwas kleinere Blattfläche auf als die entsprechenden Blätter unbehandelter Pflanzen. Die Wuchshöhe so behandelter Pflanzen war einige Wochen nach dem Besprühen gegenüber den Kontrollpflanzen vielfach, allerdings nicht signifikant, gefördert.

Diese Wuchsstoffbesprühung zur Zeit der Blüte führt zu gesteigertem Beerenansatz (8, 33).

Wuchsstoffbehandlung junger Pflanzen — im Zeitraum Auflaufen bis Blüte — mit Konzentrationen, wie sie bei der Unkrautbekämpfung üblich sind (0,1 bis 1 % 2,4-D), bewirkt starke Drehungen der Blätter und Stengel. Dabei kommt es zum vorübergehenden „Lagern“ der Pflanzen. Die besprühten Blätter verfärben sich. Wenige Tage nach der Behandlung weisen sie eine auffallend hellere Farbe als die entsprechenden Blätter unbehandelter Pflanzen auf. Die nach der Behandlung sich entfaltenden Blätter zeigen charakteristisch veränderte Formen (s. Abb. 1).

Auf eine Beschreibung der dargestellten Blattanomalien kann an dieser Stelle verzichtet werden, da hierüber Veröffentlichungen vorliegen (15, 34). Die Blütenentwicklung wird durch Behandlung mit hoher Wuchsstoffkonzentration häufig gestört, der Beerenansatz jedoch auch hier gefördert (8).

Kartoffelpflanzen, die nach dem Abblühen behandelt werden, zeigen lediglich nach Anwendung höherer Wuchsstoffkonzentrationen (0,1 bis 1 %) Torsionen der Blätter und Stengel; Blattanomalien werden hiernach kaum beobachtet.

Eine Behandlung von Pflanzen, deren Blätter bereits zu vergilben beginnen, hat zuweilen schnelleres Absterben des Krautes zur Folge. Dieser Behandlungseffekt wird an 2 Sorten (OLYMPIA, BONA) für verschiedene Mittel unterschiedlicher Aufwandmenge in Abbildung 2 dargestellt. Spritzungen mit MCPA-Präparaten (M 52) lassen bei entsprechender Behandlung weniger deutliche, Besprühungen der Pflanzen mit Kombinationen von MCPA und 2, 4, 5-T-Mitteln (Sekuron) jedoch stärkere „Reife“-Beeinflussung des Krautes als nach 2, 4-D-Anwendung erkennen.

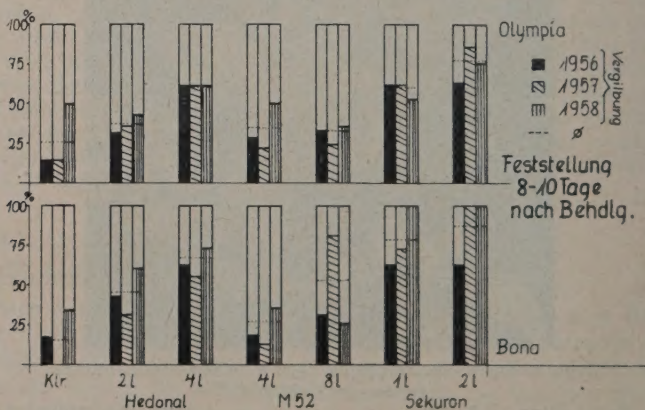


Abb. 2. Vergilbung des Krautes nach Wuchsstoffbehandlung

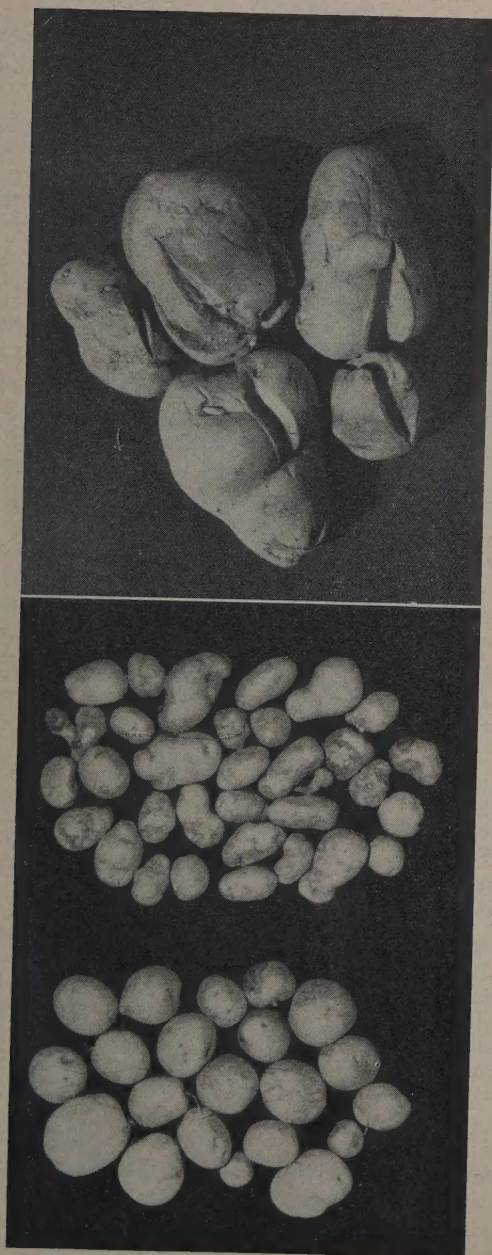


Abb. 3. Knollendeformierungen nach Wachsstoffbehandlung

Sorte: BONA

Links: Kontrolle

Mitte: 1 l/ha „Sekuron“ am 23. 6. 1955

Rechts: 2,4-D (1 %) am 21. 6. 1955

Übersicht 1a

Knollenertrag (dz/ha) nach Wuchsstoffbehandlung („Hedonal“) zur Zeit der
Elüte, bzw. vor dem Vergilben der Kartoffelstauden

	V E R A									
	1. Behandlungstermin (Blüte)					2. Behandlungstermin (vor dem Vergilben)				
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
1. Kontrolle										
1953	247,3	36,4	71,6	355,4	100					
1954	280,3	28,3	137,0	445,7	100					
1955	202,6	48,2	25,4	276,2	100					
Ø	243,4	37,6	78,0	359,1	100					
2. „Hedonal“ 1 l/ha										
1953	264,2	36,8	61,5	362,5	102	239,3	46,9	85,3	370,8	104
1954	272,6	33,8	133,1	439,4	98	262,6	35,1	131,2	428,9	96
1955	208,2	49,3	32,5	290,0	105	216,9	47,0	25,8	289,7	105
Ø	248,3	40,0	75,7	363,9	102	239,6	43,0	80,8	363,1	102
3. „Hedonal“ 2 l/ha										
1953	231,6	38,2	92,3	362,1	102	264,5	35,6	53,5	353,6	99
1954	277,4	32,6	133,1	443,1	99	287,4	29,8	132,8	450,0	101
1955	189,1	45,9	25,7	260,7	94	210,3	53,8	34,6	298,7	108
Ø	232,7	38,9	83,7	355,3	98	254,1	39,7	73,6	367,4	103
4. „Hedonal“ 4 l/ha										
1953										
1954						297,6	36,4	116,0	450,0	101
1955						206,2	58,3	27,6	292,1	106
Ø 2 Jahre						251,9	47,4	71,8	371,0	104

3.12 Knollen

3.121 Ertrag — Knollendeformierung

Nach Behandlung junger Pflanzen im Juni mit 2, 4-D-Konzentrationen von 0,001 bis 0,01 % stellten wir in einem Kleinparzellenversuch mit der Sorte BONA in drei Jahren nicht nur höheren Ertrag, sondern auch eine größere Knollenzahl als bei der Kontrolle fest (21). Eine Behandlung der Pflanzen im Juni mit Aufwandmengen von 0,1 bis 1,0 % 2, 4-D verursachte bei der gleichen Sorte in mehreren Jahren einen gesicherten Minderertrag und z. T. auch geringere Knollenzahl. Knollen so behandelter Pflanzen wiesen häufig Veränderungen auf, wie sie Abbildung 3 zeigt.

Die in der Abbildung rechts sichtbaren Anomalien waren an kleinen und großen Knollen zu beobachten. So tiefe Risse an Knollen, wie sie hier dargestellt sind, findet man in abnormen — nassen — Jahren und dann vornehmlich an sehr großen Knollen. Auch die Form der Knollen

Übersicht 1b

Knollenertrag (dz/ha) nach Wuchsstoffbehandlung („Hedonal“) zur Zeit der Blüte, bzw. vor dem Vergilben der Kartoffelstauden

	B O N A									
	1. Behandlungstermin (Blüte)					2. Behandlungstermin (vor dem Vergilben)				
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
1. Kontrolle										
1953	185,6	20,8	28,2	234,2	100					
1954	296,0	22,4	228,2	546,7	100					
1955	176,7	19,9	32,1	228,7	100					
Ø	219,4	21,0	96,2	336,5	100					
2. „Hedonal“ 1 l/ha										
1953	169,5	24,8	24,8	219,1	94	175,1	27,9	24,4	227,4	97
1954	285,6	19,7	201,0	506,4	93	295,4	21,0	205,1	521,6	95
1955	182,8	23,7	18,7	222,2	98	177,0	20,8	36,5	234,3	102
Ø	212,6	21,7	81,5	315,9	95	215,8	23,2	88,7	327,8	98
3. „Hedonal“ 2 l/ha										
1953	157,9	22,7	16,1	196,7	84	173,1	21,5	23,9	218,5	93
1954	274,2	21,3	202,1	497,7	91	278,4	23,4	224,9	526,8	96
1955	169,6	23,3	12,1	205,0	90	192,1	17,0	35,2	244,3	107
Ø	200,6	22,4	76,8+	299,8+	88	214,5	20,6	94,7	329,9	99
4. „Hedonal“ 4 l/ha										
1953										
1954						285,8	22,3	225,0	533,1	98
1955						185,8	20,3	30,0	236,1	103
Ø						235,8	21,3	127,5	384,6	100

I. = Mittelflechte Knollen (4–7 cm)

Grad der Signifikanz + = p = 0,05

II. = Kleine Knollen (< 4 cm)

III. = Große Knollen (> 7 cm)

IV. = Gesamtertrag

V. = Gesamtertrag (Relativ-Kontrolle = 100)

— Bildmitte — kann nach früher Pflanzenbehandlung mit hoher Wuchsstoffkonzentration erheblich verändert sein. Solche Knollen haben oft eine schorfartige, rauhe Oberfläche. Diese Beobachtungen haben noch andere Autoren bei Kartoffeln und wir, z. T. nach Anwendung andersartiger Mittel, auch bei Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) gemacht (4, 9, 11, 17).

Behandlung älterer Kartoffelpflanzen — nach dem Abblühen bis zur Reife — mit niedriger Wuchsstoffkonzentration beeinflusst, so weit sich bisher übersehen läßt, die Knollenentwicklung nicht.

Die Anwendung hoher Konzentrationen (0,1 bis 1 % 2,4-D bzw. 1 bis 4 l/ha Hedonal) wirkt sich nur dann ungünstig auf den Ertrag aus,

wenn der Wuchsstoff zur Zeit intensiven Knollenwachstums auf die Pflanze gelangt. Hierüber geben die Übersichten 1 a und 1 b Aufschluß.

Die Übersichten lassen erkennen, daß nach Wuchsstoffbehandlung der Stauden während des Blühens bei der Sorte VERA im Durchschnitt von 3 Jahren keine, bei der Sorte BONA jedoch eine wesentliche Ertrags-einbuße — Minderertrag an großen und mittelgroßen Knollen — zu verzeichnen ist.

Die Behandlung der Pflanzen unmittelbar vor dem Vergilben des Krautes hatte bei beiden Sorten keinen Einfluß auf den Ertrag.

Bei der Fortsetzung der Versuche ergab sich allerdings, je nach Zustand der Pflanzen zum Zeitpunkt der späten Behandlung, nach Versprühung sehr hoher Aufwandmengen in einzelnen Jahren gleichfalls ein Minderertrag. Hierüber gibt Übersicht 2 Aufschluß.

Übersicht 2

Knollenertrag (dz/ha) nach Wuchsstoffbehandlung („Hedonal“) vor dem Vergilben der Kartoffelstauden

	B O N A				
	I.	II.	III.	IV.	V.
1. Kontrolle					
1953	185,6	20,8	28,2	234,2	100
1954	296,0	22,4	228,2	546,7	100
1955	176,7	19,9	32,1	228,7	100
1956	179,2	20,7	1,5	201,3	100
1957	281,6	22,2	178,5	482,3	100
1958	311,1	16,7	44,8	372,6	100
Ø	238,3	20,4	85,6	344,3	100
2. „Hedonal“ 2 l/ha					
1953	173,1	21,5	23,9	218,5	93
1954	278,4	23,4	224,9	526,8	96
1955	192,1	17,0	35,2	244,3	107
1956	166,0	20,1	4,0	190,1	94
1957	270,2	29,7	166,6	466,5	97
1958	293,0	15,1	59,0	367,1	98
Ø	228,8	21,1	85,6	335,6	98
3. „Hedonal“ 4 l/ha					
1954	285,8	22,3	225,0	533,1	98
1955	185,8	20,3	30,0	236,1	103
1956	155,5	19,7	2,9	178,1	88
1957	262,0	29,7	141,0	432,7	90
1958	295,4	14,6	55,6	365,6	98
Ø	236,9	21,3	90,9	349,1	95

I. = Mittelgroße Knollen (4—7 cm)

II. = Kleine Knollen (< 4 cm)

III. = Große Knollen (> 7 cm)

IV. = Gesamtertrag

V. = Gesamtertrag (Relativ-Kontrolle = 100)

Übersicht 3

Knollenertrag nach Behandlung der Kartoffelstauden (vor dem Vergilben)
mit verschiedenen Wuchsstoffen

	B O N A					O L Y M P I A				
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
1. Kontrolle										
1956	179,2	20,7	1,5	201,3	100	207,3	12,8	7,3	227,5	100
1957	281,6	22,2	178,5	482,3	100	216,0	11,2	283,2	510,4	100
1958	311,1	16,7	44,8	372,6	100	284,6	4,4	119,8	408,9	100
Ø	257,3	19,9	74,9	352,1	100	236,0	9,5	136,8	382,3	100
2. „Hedonal“ 2 l/ha										
1956	166,0	20,1	4,0	190,1	94	186,5	14,4	8,3	209,2	92
1957	270,2	29,7	166,6	466,5	97	237,1	10,1	271,1	518,4	102
1958	293,0	15,1	59,0	367,1	98	277,7	5,0	125,9	408,5	100
Ø	243,1	21,6	76,5	341,2	96	233,8	9,8	135,1	378,7	98
3. „Hedonal“ 4 l/ha										
1956	155,5	19,7	2,9	178,1	88	199,3	12,5	7,6	219,5	96
1957	262,0	29,7	141,0	432,7	90	240,2	8,7	235,4	484,2	95
1958	295,4	14,6	55,6	365,7	98	251,7	4,1	129,8	385,6	94
Ø	237,6	21,3	66,5	325,5	92	230,4	8,4	124,3	363,1	95
4. „M 52“ 4 l/ha										
1956	188,7	22,0	4,3	214,9	107	208,7	12,0	2,9	223,6	98
1957	270,7	35,2	150,4	456,3	95	252,6	9,8	219,7	482,1	94
1958	291,2	13,5	82,3	387,0	104	264,2	2,4	118,9	387,4	95
Ø	250,2	23,6	79,0	352,7	102	241,8	8,1	113,8	364,4	96
5. „M 52“ 8 l/ha										
1956	170,1	20,0	1,2	191,3	95	186,1	13,1	4,3	203,5	89
1957	264,5	30,2	154,1	448,9	93	249,4	10,5	250,8	510,7	100
1958	292,8	13,3	53,9	360,0	97	248,7	5,5	104,5	358,7	88
Ø	242,5	21,2	69,7	333,4	95	228,1	9,7	119,9	357,6	92
6. „Sekuron“ 1 l/ha										
1956	164,8	20,4	6,7	191,9	95	195,7	13,6	7,5	216,8	95
1957	251,2	32,4	142,2	425,8	88	223,3	12,8	214,7	450,8	88
1958	280,0	15,5	54,2	349,7	94	283,0	5,9	100,4	389,3	95
Ø	232,0	22,8	67,7	322,5	92	234,0	10,8	107,5	352,3	93
7. „Sekuron“ 2 l/ha										
1956	174,4	24,5	2,5	201,5	100	165,5	14,9	2,4	182,8	80
1957	254,6	29,7	128,7	413,0	86	253,5	15,5	199,3	484,2	95
1958	278,0	12,3	37,3	327,6	88	259,5	5,0	109,9	374,4	92
Ø	235,7	22,2	56,2	272,0	91	226,2	11,8	103,9	347,1	89

GD 5% = 8,03 (für Relativzahlen — Gesamtertrag)

I. = Mittelgroße Knollen (4—7 cm)

II. = Kleine Knollen (< 4 cm)

III. = Große Knollen (> 7 cm)

IV. = Gesamtertrag

V. = Gesamtertrag (Relativ-
Kontrolle = 100)

In den Jahren 1956 und 1957 bewirkten 4 l/ha, teils auch 2 l/ha Hedonal (1956) Minderertrag. Dies erklärt sich daraus, daß die Pflanzen unter Umständen nach Behandlung früher als normal absterben (s. hierzu Abb. 2).

Neben den 2, 4-D-Mitteln führen besonders Mischpräparate (Sekuron) ein schnelleres Vergilben der Pflanzen herbei.

Das bleibt, wie Übersicht 3 zeigt, nicht ohne Einfluß auf den Ertrag.

Nach Sekuron, z. T. auch nach 2, 4-D-Behandlung sind bei den Sorten BONA und OLYMPIA eindeutige Mindererträge zu verzeichnen. Die Reaktion der Sorten gegenüber MCPA ist offenbar nicht einheitlich.

Ein Einfluß der Spätbehandlung auf die Knollenform wurde nicht festgestellt.

3.122 Inhaltsstoffe¹⁾

Trockensubstanz — Stärke:

Die Behandlung junger Pflanzen — Auflaufen bis Blüte — mit einer Konzentration von 0,1 bis 1,0 % 2,4-D und einer normalen bzw. doppelten Aufwandmenge von Unkrautbekämpfungspräparaten auf Wuchsstoffbasis führte dazu, daß die Knollen mehrerer Sorten zum Zeitpunkt der Ernte wiederholt einen wesentlich geringeren Trockensubstanzgehalt — Stärke — aufwiesen als Knollen unbehandelter Pflanzen. Dies ist aus Abbildung 4 zu ersehen.

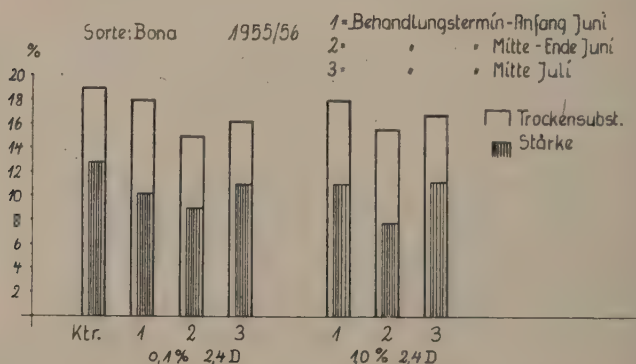


Abb. 4. Trockensubstanz- und Stärkegehalt nach Wuchsstoffbehandlung

Wie aus der Darstellung hervorgeht, wirkt sich die Behandlung besonders während des intensiven Wachstums ungünstig auf Trockensubstanz bzw. Stärke aus.

Wuchsstoffbehandlung bei beginnender Vergilbung des Krautes hatte im allgemeinen in dieser Hinsicht keine nachteiligen Folgen. Nur in wenigen Fällen, besonders nach Spritzungen mit „Sekuron“ oder hohen

¹⁾ Die Untersuchungen wurden dankenswerterweise im Chem. Untersuchungs-Laboratorium der FAI, Braunschweig-Völkenrode, durchgeführt.

2,4-D-Mengen, wurde ein geringerer Trockensubstanz- und Stärkegehalt in den Knollen festgestellt.

Gesamtkohlenhydrate:

Eine Behandlung der Pflanzen zum Zeitpunkt der Blüte und später ließ im Hinblick auf den Zuckergehalt keine klare Tendenz erkennen.

Vitamin C:

Auch der Vitamin C-Gehalt wird nicht einheitlich beeinflusst (s. Abb. 5).

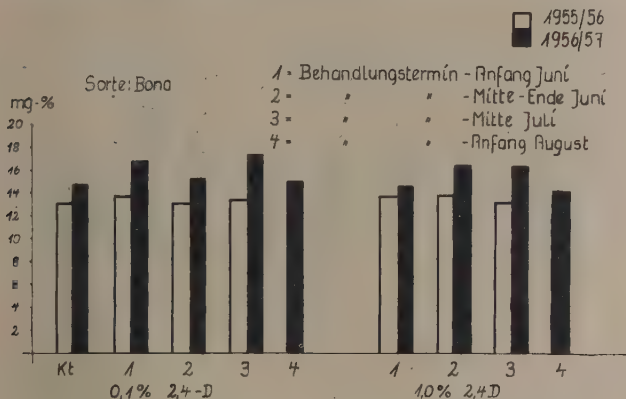


Abb. 5. Vitamin-C-Gehalt nach Wachsstoffbehandlung

In Abhängigkeit von Sorte, Behandlungszeitpunkt, Mittel, Konzentration und Versuchsjahr fanden wir teils höheren, teils niedrigeren Vitamin C-Gehalt als bei Knollen unbehandelter Pflanzen.

Aminostickstoff:

Werden Kartoffelpflanzen vor der Blüte mit hohen Wachsstoffkonzentrationen besprüht, so hat das bisweilen erheblichen Anstieg im Aminostickstoffgehalt der Knollen zur Folge. Eine Behandlung während des Blühens und später bewirkte geringeren Gehalt. Dies wird für die Sorte ACKERSEGEN in Abbildung 6 gezeigt.

Wie hier bei der Beeinflussung des Aminostickstoffgehaltes wurden von anderer Seite (25) Einzelaminosäurebestimmungen vorgenommen und dabei gleichfalls in Abhängigkeit von der Wachsstoffbehandlung Unterschiede festgestellt.

Eiweiß:

Es wurde auch versucht, den Eiweißgehalt der Kartoffel durch Wachsstoffbehandlung zu beeinflussen (19,26). Bisher ist das, wie unsere Untersuchungen und die anderer Autoren zeigen, nicht oder nur unvollkommen gelungen (34). Hier müssen weitere Untersuchungen Klarheit schaffen.

3.123 Lagerfähigkeit

Keimentwicklung — Gewichtsverlust:-

Knollen von Pflanzen, die im Zeitraum zwischen Auflauf und Blühbeginn mit 0,001 bis 0,01 % 2,4-D behandelt waren, wurden zu normaler Zeit geerntet und in einem Keller bis Juni gelagert. Dieses Material

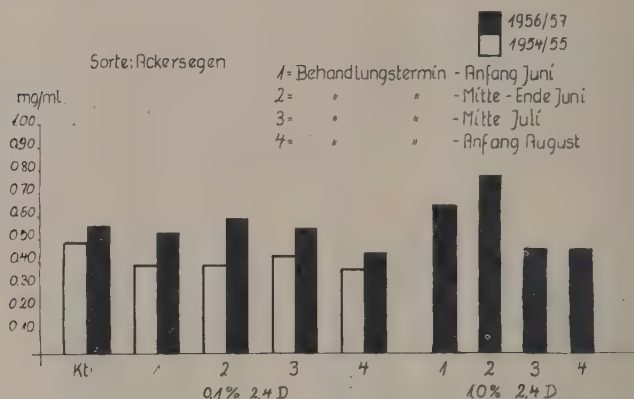


Abb. 6. Amino-N-Gehalt nach Wuchsstoffbehandlung

zeigte bei der Sorte BONA 1956/57, bei ACKERSEGEN 1954/55 und 1956/57 stärkere Keimentwicklung und höheren Gewichtsverlust als Knollen unbehandelter Pflanzen. Auch entsprechende Behandlung während und nach der Blüte mit den gleichen Aufwandmengen verursachte bei den bis Juni gelagerten Knollen im Jahre 1954/55 (BONA und ACKERSEGEN) und 1955/56 (BONA) den gleichen Effekt. Eine Ausnahme bildeten Knollen behandelter Pflanzen der Sorte BONA im Jahre 1956/57. Sie wiesen in diesem Jahre schwächeren Keimaustrieb und geringen Gewichtsverlust auf.

Auch das Besprühen der Pflanzen — Auflaufen bis zum Blühbeginn — mit hohen Konzentrationen im Bereich von 0,1 bis 1 % 2,4-D bzw. 1 bis 8 l/ha von Wuchsstoff-Handelspräparaten führte in einigen Versuchsjahren bei verschiedenen Sorten zu einer Förderung der Keimentwicklung und zu höherem Gewichtsverlust (BONA 1955/56, 1956/57; ACKERSEGEN 1954/55; VERA 1953/54). In anderen Versuchsjahren bedingte diese Behandlung geringere Keimung und geringen Gewichtsverlust (VERA 1955/56 signifikant; CORONA 1955/56 signifikant; ACKERSEGEN 1956/57) (5.29). Die Einwirkung von Wuchsstoff auf abgeblühte Pflanzen hatte in Abhängigkeit von Sorte, Versuchsjahr, Mittel und Aufwandmenge einmal Förderung der Keimentwicklung und Erhöhung des Gewichtsverlustes, zum anderen deren Minderung zur Folge. Dies zeigt Übersicht 4 für die Sorten BONA und OLYMPIA sowie Abbildung 7 für die Sorte BONA.

Infolge der Wuchsstoffbehandlung entstanden deformierte Knollen. Wie Abbildung 7 erkennen läßt, keimten diese schwächer als Kontroll-

Übersicht 4

Keimentwicklung und Knollengewichtsverlust nach Behandlung der Kartoffelstauden (vor dem Vergilben) mit verschiedenen Wachsstoffen

	B O N A		O L Y M P I A	
	Keim- gewicht ¹⁾	Knollen- gewichts- verlust ¹⁾	Keim- gewicht ¹⁾	Knollen- gewichts- verlust ¹⁾
1. Kontrolle				
1956/57	6,0	13,2	10,6	18,2
1957/58	2,8	12,2	6,1	17,5
1958/59	0,1	4,8	0,1	5,9
2. „Hedonal“ 2 l/ha				
1956/57	7,5	14,1	12,1	19,7
1957/58	3,0	11,9	5,6	16,3
1958/59	0,1	4,8	0,2	5,5
3. „Hedonal“ 4 l/ha				
1956/57	5,8	13,7	22,0++ (+)	30,4++ (+)
1957/58	2,5	12,4	5,7	15,7+ (-)
1958/59	0,1	4,8	0,1	5,1
4. „M 52“ 4 l/ha				
1956/57	5,5	11,8	11,3	16,9
1957/58	2,7	11,8	5,7	17,3
1958/59	0,1	4,7	0,1	5,6
5. „M 52“ 8 l/ha				
1956/57	4,0++ (-)	10,5++ (-)	16,2++ (+)	24,7+ (+)
1957/58	2,5	11,4	5,1	15,9
1958/59	0,4	4,1	0,1	5,7
6. „Sekuron“ 1 l/ha				
1956/57				
1957/58	2,3	10,8	1,3++ (-)	10,6++ (-)
1958/59	0,5	6,2	0,1	5,0
7. „Sekuron“ 2 l/ha				
1956/57	4,4+ (-)	9,8+ (-)	10,4	17,1
1957/58	2,2	10,7	2,3++ (-)	10,6++ (-)
1958/59	0,1	4,0	0,1	4,9

Grad der Signifikanz: + p = 0,05

++ p = 0,01

(+) = mehr als Kontrolle

(-) = weniger als Kontrolle

¹⁾ = in % vom Knollengewicht bei Einlagerung

knollen. Entsprechende Ergebnisse, wie in Übersicht 4 und in Abbildung 7 dargestellt, erhielten wir auch mit den Sorten CORONA und ACKERSEGEN in den Jahren 1954 bis 1956.

Diese Ergebnisse zeigen, daß mit Hilfe von Wachsstoffpflanzenbehandlung eine gezielte Keimhemmung der Knollen während der Lagerung nicht möglich ist.



Abb. 7. Keimentwicklung nach Wuchsstoffbehandlung

Oben: Keimhemmung, Sorte BONA

Links: Kontrolle

Rechts: „Sekuron“-Behandlung (1 l/ha) am 23. 6. 1955

Unten: Keimförderung, Sorte OLYMPIA

Untere Reihe: Kontrolle

Obere Reihe: „M 52“-Behandlung (4 l/ha) am 17. 7. 1956

3.124 Pflanzgut

Von unbehandelten sowie behandelten Pflanzen, deren Kraut zu Beginn der Blüte und danach besprüht worden war, wurden Knollen geerntet, unter einheitlichen Bedingungen gelagert und im folgenden Jahre ausgepflanzt. Im Auflauf und in der Anfangsentwicklung ließen sich zwischen den Varianten nur unwesentliche Unterschiede feststellen. Im Jahre 1959 zeigten allerdings, wie in Abbildung 8 zu erkennen ist, Knollen, die behandelten Pflanzen entnommen waren, eine schnellere Anfangsentwicklung als Knollen von unbehandelten Pflanzen.

Die Unterschiede in der Anfangsentwicklung der Pflanzen glichen sich im Verlauf des Wachstums weitgehend aus. So wurden auch — im Gegensatz zu anderen Autoren (16, 34) — keine Ertragsunterschiede festgestellt.

Wir haben der Frage, ob sich aus Knollen behandelter Pflanzen normale Stauden entwickeln, besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Miß-

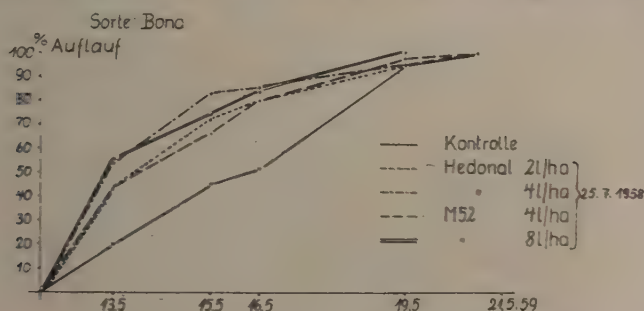


Abb. 8. Nachwirkung von Wachsstoffen auf Pflanzgut

bildungen, wie sie von einzelnen Autoren in diesem Zusammenhang vermutet wurden (18), haben wir in unseren vieljährigen Untersuchungen mit umfangreichem Material nicht finden können (15).

Wir haben auch untersucht, ob mit Wachsstoffen behandelte Pflanzen bzw. der Aufwuchs aus Knollen behandelter Pflanzen im folgenden Jahre im Gesundheitszustande (Viruserkrankungen) beeinflusst sind. Hierzu wurden Stengel behandelter Pflanzen einige Wochen nach der Spritzung, Knollen behandelter Pflanzen im Herbst sowie während der Lagerung einem Färbetest unterzogen sowie der Gesundheitszustand dieses Materials im Nachbau bonitiert. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Übersicht 5 wiedergegeben.

Übersicht 5
Gesundheitsbeeinflussung nach Wachsstoffbehandlung

Kallose-Anfärbung im Blattrollfärbetest				Feldbonituren im Nachbaujahr							
Sten- gel ¹⁾	1. Knol- lertest ²⁾	2. Knol- lertest ²⁾		X	A	Y	Misch- inf.	Blatt- roller	Ges.	Fehl- stellen	
%	%	%		%	%	%	%	%	%	%	%
1. Kontrolle											
(Bona) 1956		3		42	1	0,4	2	5	50,4		
(Olympia) 1957	13	61	65	9	1	1,0	—	41	52	1	
(Olympia) 1958	20	34	46	3	5	—	2	52	64	2	
2. 1. Spritztermin											
„Hedonal“ 2 l/ha 1956		2		52	1	2	0,3	6	61,3		
Bhlg. am 26. 6. 1957	27	55	44	8	4	3	1	18	35	2	
1. 7. 1958	42	46	48	—	3	3	8	64	79	—	
3. 2. Spritztermin											
„Hedonal“ 2 l/ha 1956		11		52	3	2	1	5	63		
Bhlg. am 30. 7. 1957	13	72	53	17	5	1	1	25	49	2	
25. 7. 1958		37	54	2	1	2	2	57	63	—	

¹⁾ = 4 Wochen nach Behandlung

²⁾ = 3—4 Wochen nach Ernte

³⁾ = im Januar

Grad der Signifikanz: + p = 0,05

Einige Wochen nach dem Besprühen der Pflanzen — Ende Juni bzw. Anfang Juli — stellten wir in zwei Jahren mit dem Stengeltest häufiger Kalloseanfärbung fest als bei Kontrollpflanzen. Entsprechende Ergebnisse erhielten wir bei der ersten Knollenuntersuchung nur im Jahre 1958. Die 2. Knollenuntersuchung ergab keine deutlichen Unterschiede zwischen den Varianten. Auf Grund der Feldbonituren im Nachbau ergibt sich in einem von insgesamt drei Versuchsjahren nach Wuchsstoffbehandlung eine wesentlich geringere Zahl blattrollkranker Pflanzen. Hiller (16) fand nach verhältnismäßig früher Wuchsstoffbehandlung der Pflanzen im Nachbau größeren Virusbesatz. Die Frage bleibt offen, wie sich diese Unterschiede erklären lassen. Die Befunde zeigen insgesamt, daß nach Wuchsstoffbehandlung die Aussagekraft von Färbetests eingeschränkt sein kann.

Bei Knollenmaterial, dem im Herbst für Testzwecke aus der Nabelregion Segmente entnommen wurden, stellten wir in Abhängigkeit von der Wuchsstoffbehandlung Auflauf- und Entwicklungsunterschiede fest, die in Abbildung 9 festgehalten sind.



Abb. 9. Nachwirkung von Wuchsstoffen auf Pflanzgut
Sorte: OLYMPIA

Links: 2 l/ha „Hedonal“ am 1. 7. 1958

Rechts: Kontrolle

Aufnahme: 21. 5. 1959

Die nach Wuchsstoffbesprühung am 1. 7. 1958 bzw. am 25. 7. 1958 geernteten und im Herbst für Testzwecke geschnittenen Knollen liefen im Frühjahr 1959 in größerer Zahl und kräftiger auf als entsprechende Kontrollen. Die Frage, ob es sich hier um eine direkte oder indirekte Wuchsstoffwirkung handelt, konnte bisher nicht beantwortet werden.

3.125 Nahrungs- u. Futtermittel

3.1251 Geschmacksprüfungen

Es ist bekannt, daß sich Wuchsstoffbehandlung der Pflanzen auf den Geschmack der Knolle auswirken kann (27). Wir stellten in einigen Versuchen nach verhältnismäßig früher und starker Behandlung „wäßrigen“ Geschmack fest. Ob das allein auf den etwas höheren Wassergehalt dieser Kartoffeln zurückgeführt werden kann oder ob noch andere Faktoren hierbei eine Rolle spielen, ist noch zu klären.

3.1252 Tierfütterungsversuche²⁾

Die Verfütterung von Knollen mit hoher Wuchsstoffkonzentration behandelter sowie von Knollen unbehandelter Pflanzen beeinflusste in einem von 1957 bis 1959 mit Ratten durchgeführten Versuch die Gesundheit und Fertilität der Versuchstiere nicht.

In einem seit 1959 laufenden Versuch mit Ratten in rascher Generationenfolge ergab sich allerdings in den Behandlungsgruppen eine Beeinträchtigung der Fertilität.

Eine Gesundheitsbeeinflussung von Mäusen wurde bisher nicht beobachtet.

3.2 Beeinflussung von Unkräutern

Versprühung von Wuchsstoff unmittelbar nach dem Auflaufen der Kartoffelpflanzen bis einige Wochen danach mit niedriger und hoher Konzentration hatte im allgemeinen keinen Einfluß auf die Unkraut-

Übersicht 6

Beeinflussung von Unkräutern nach Wuchsstoffbehandlung zu unterschiedlichem Termin

Behandlung	Zahl der Unkräuter		
	Franzosenkraut	Melde	Windender Knöterich
Sorte: V E R A 1955			
1. Kontrolle	161,0	1,6	1,0
2. Hedonal 1 l/ha I 22. 6.	48,0++	1,0	0,2
3. Hedonal 2 l/ha I 22. 6.	4,2++	0,4+	0,0
4. Hedonal 1 l/ha II 26. 7.	65,4+	1,0	0,4
5. Hedonal 2 l/ha II 26. 7.	22,0++	1,8	0,2
6. Hedonal 4 l/ha II 26. 7.	8,6+	1,0	0,4
7. gejätet I u. II 22. 6. u. 26. 7.	152,2	7,6	1,4
Sorte: C O R O N A 1955			
1. Kontrolle	19,0	3,0	3,6
2. Hedonal 1 l/ha I 23. 6.	3,4+	1,0	0,2
3. Hedonal 2 l/ha I 23. 6.	0,8++	0,4	0,0
4. Hedonal 1 l/ha II 28. 7.	3,6+	2,2	3,0
5. Hedonal 2 l/ha II 28. 7.	3,0+	1,0	2,2
6. Hedonal 4 l/ha II 28. 7.	0,8++	2,4	1,8
7. gejätet I u. II 23. 6. u. 28. 7.	16,4	2,0	3,2

²⁾ Die Tierfütterungsversuche wurden gemeinsam mit dem Institut für Tierernährung der FAL, Braunschweig-Völkenrode, durchgeführt.

Behandlung	Zahl der Unkräuter			
	Franzosen- kraut	Melde	Windender Knöterich	Acker- Knöterich
Sorte: B O N A 1955				
1. Kontrolle	113,0	6,2	2,8	1,2
2. Hedonal 1 l/ha I 22. 6.	39,0+	2,4	1,4	0,0
3. Hedonal 2 l/ha I	28,6+	3,2	1,2	0,6
4. Hedonal 1 l/ha II	12,2+	1,0	2,8	1,4
5. Hedonal 2 l/ha II 1. 8.	9,0+	4,0	1,4	0,4
6. Hedonal 4 l/ha II	3,4+	0,2+	1,8	0,4
7. gejätet I u. II 22. 6. u. 1. 8.	102,6	8,0	2,4	2,6
Grad der Signifikanz: + $p = 0,05$				
++ $p = 0,01$				

entwicklung im Kartoffelbestande, wenn danach noch mechanische Maßnahmen vorgenommen wurden. Spritzungen kürzere oder längere Zeit nach der letzten mechanischen Bearbeitung sind jedoch — wie aus Übersicht 6 und Abbildung 10 hervorgeht — von nachhaltiger Wirkung auf eine große Zahl von Unkräutern.

Je nach Sorte war in den bis zum Jahre 1955 durchgeführten Untersuchungen entweder die frühere oder spätere Behandlung im Hinblick auf die Unkrautbekämpfung wirksamer. Da aber auch — wie oben gezeigt wurde — die in voller Entwicklung stehende Kartoffelpflanze durch solche Wuchsstoffbehandlung geschädigt wird, prüften wir weiterhin, welche Wuchsstoffpräparate bei verhältnismäßig später Spritzung

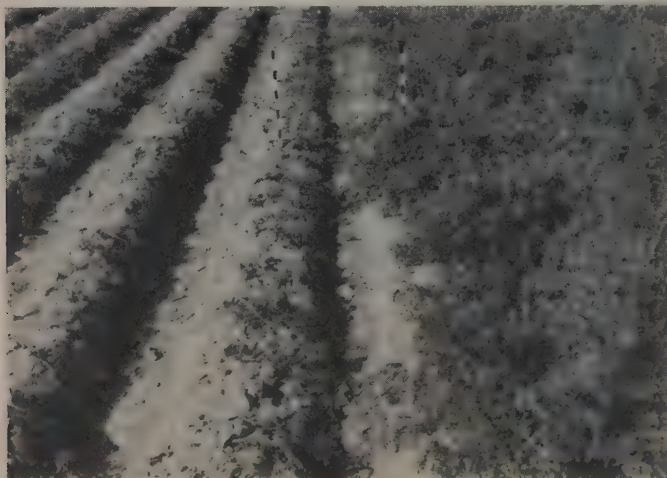


Abb. 10. Wirkung einer Wuchsstoffbehandlung auf Spätunkräuter
Sorte: BONA

Rechte Bildhälfte: Kontrolle

Linke Bildhälfte: 8 l/ha „M 52“ am 17. 7. 1956

Aufnahme: 18. 9. 1956

die beste Wirkung gegenüber dem Unkraut aufweisen. Bei diesen und den in den folgenden Jahren durchgeführten Untersuchungen zeigten in erster Linie 2,4-D- und MCPA-Mittel in einer für die Unkrautbekämpfung im Getreide üblichen Aufwandmenge befriedigende und nach doppelter Aufwandmenge gute Wirkung vor allem gegenüber Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*). Das kombinierte MCPA- und 2, 4, 5-T-Präparat bewährte sich nicht (12, 22, 23, 34).

In unseren neueren Versuchen, in denen auch Präparate auf Simazin-Grundlage und andere Substanzen herangezogen wurden, zeichneten sich vor allem die Wuchsstoffe durch überlegene Wirkung gegenüber Spätunkräutern aus.

3.3 Einfluß auf Nachfrüchte

Zur Bekämpfung der Spätunkräuter in Kartoffeln müssen, wie oben gezeigt werden konnte, verhältnismäßig späte Behandlungstermine gewählt werden. Da nun zwischen Wuchsstoffanwendung in Kartoffeln und Neuaussaat von Getreide und Kreuzblütlern auf dem gleichen Acker häufig nur eine kurze Frist verstreicht, ist die Frage berechtigt, ob eine Beeinflussung dieser Nachfrüchte nach Wuchsstoffbehandlung im Kartoffelbestand eintritt. Zur Beantwortung dieser Frage führten wir Keimversuche mit Wintergerste und Winterraps durch. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 11 dargestellt.

Wintergerste keimte in Bodenproben der obersten Krume (0—1 cm) aus mit Wuchsstoff behandelten Parzellen in zwei Jahren etwas zögernder, in einem Jahre jedoch rascher als in solchen aus Kontrollparzellen. In Bodenproben aus der Schicht 0—20 cm ergab sich für die Wuchsstoffvarianten meist ein günstigeres Keimungsergebnis als für die Kontrolle.

Der für diese Untersuchungen herangezogene Winterraps mit mittlerer bzw. schlechter Keimfähigkeit wies, mit einer Ausnahme (1956, Schicht 0—20 cm), in den Wuchsstoffvarianten bessere Keimergebnisse auf als solche in der Kontrolle. In der weiteren Entwicklung ergaben sich meist keine deutlichen Unterschiede zwischen den Varianten.

Diese Resultate zeigen, daß auch bei verhältnismäßig später Wuchsstoffbehandlung im Kartoffelbestand eine ungünstige Wirkung auf Nachfrüchte nicht zu befürchten ist.

4. Schlußbetrachtung

Unsere Versuche hatten das Ziel festzustellen, ob und in welchem Umfange die wachsende Kartoffelpflanze — Kraut und Knolle — durch Wuchsstoffe beeinflusst wird, um daraus Schlüsse für eine Anwendung dieser Substanzen im praktischen Kartoffelbau ziehen zu können; dies vor allem im Hinblick auf eine Unkrautbekämpfung sowie eine Beeinflussung des Keimaustriebes der Knollen während der Lagerung.

Chemische Unkrautbekämpfung gewinnt auch bei Kartoffeln zunehmend an Interesse. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Bekämpfung von Frühunkräutern mit Wuchsstoffen sowohl im Rahmen der Pflanzguterzeugung als auch für den Konsumkartoffelbau bedenklich ist. Nicht nur der Ertrag, sondern auch die Inhaltsstoffe der Kartoffel werden bei früher Behandlung im allgemeinen ungünstig beeinflusst.

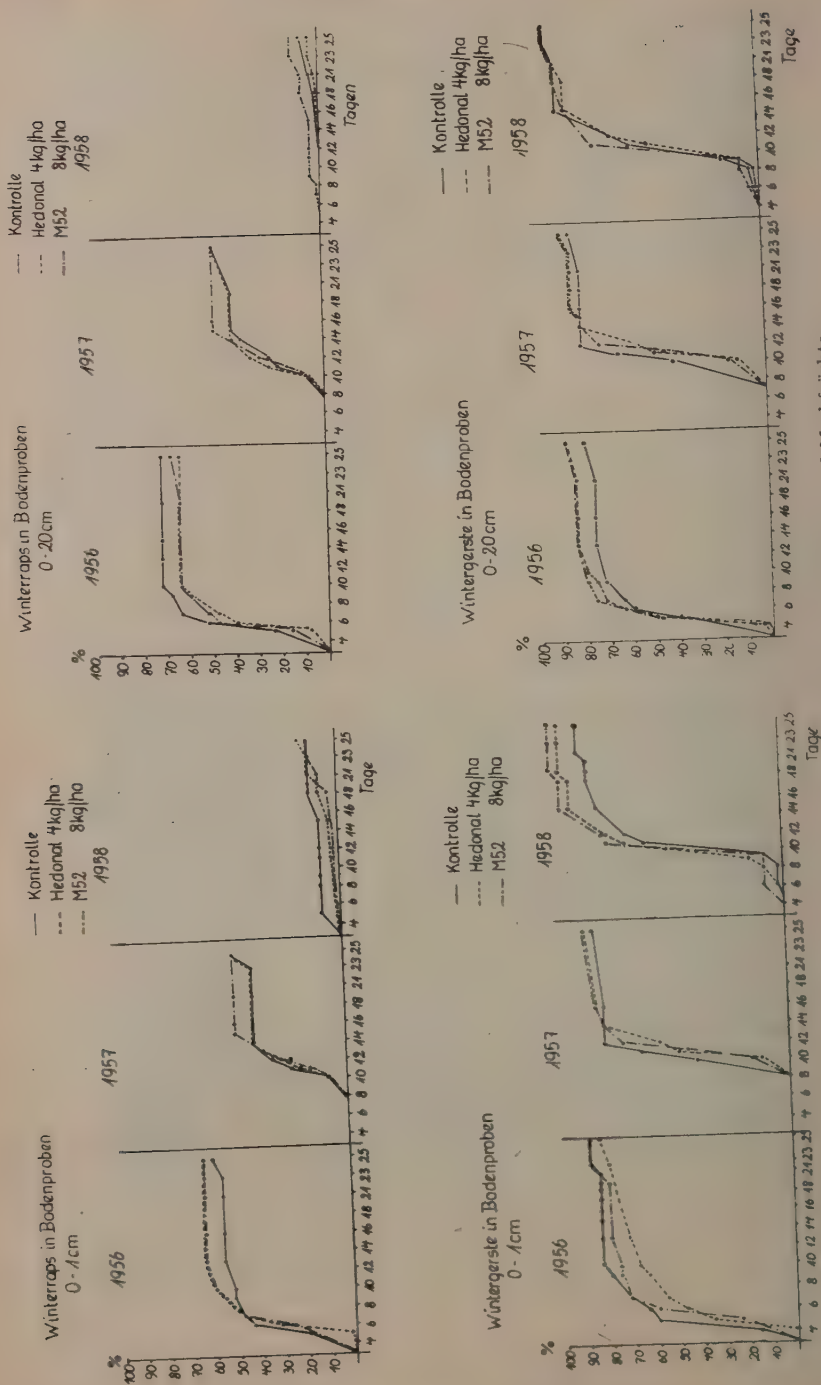


Abb. 11. Nachwirkung von Wuchsstoffen auf Boden und Nachfrüchte

Man muß daher versuchen, andere Mittel hierfür heranzuziehen. Darüber werden wir an anderer Stelle berichten.

Zur Bekämpfung von Spätunkräutern im Kartoffelbau können Wachsstoffe mit gutem Erfolg herangezogen werden. Sofern man den Kartoffelbestand spät — bei ersten Anzeichen von Reifesymptomen des Krautes — mit der im Sommergetreide üblichen Aufwandmenge möglichst von MCPA-Präparaten spritzt, wird die Kartoffelpflanze nicht geschädigt. Ihr Entwicklungszustand sowie die Wetterbedingungen müssen hierbei gut beobachtet werden. Denn auch „späte“ Behandlungen mit 2, 4-D-Präparaten und Kombinationen von bestimmten Mitteln können die Kartoffelpflanzen noch beeinflussen. Dies zeigen unsere Ertragsermittlungen, die chemischen Untersuchungen und vor allem auch die Tierversuche.

Das lästige Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*) und andere Spätunkräuter werden durch Spätbehandlung gut unter Kontrolle gehalten.

Eine Beeinträchtigung von Nachfrüchten durch späte Wachsstoffbehandlung im Kartoffelbestand dürfte auf Grund unserer Ergebnisse im allgemeinen auszuschließen sein.

Wir haben zeigen können, daß durch Wachsstoffbehandlung der Kartoffelpflanze im Felde die Knolle nicht so beeinflußt werden kann, daß sie immer eine ausreichende Verzögerung des Keimaustriebes während der Lagerung aufweist.

Wir danken Fräulein Christa Boltz und Frau Ilse Bergmann, geb. Demuth, für ihre wertvolle Mitarbeit.

Literatur

1. Åberg, E., Hormonderivat mot ogräs i potatisodlingar. Lantmannen (Svenskt Land) **38** (1954), 549—551.
2. Audus, L. J., Plant Growth Substances. London 1959.
3. Berg, F., Beobachtungen über die Anwendung selektiver Wachsstoffe zu Kartoffeln nach dem Schließen des Bestandes. Dtsch. Landw. **9** (1958), 333—334.
4. Bradbury, D., and W. B. Ennis jr., Histological abnormalities of tubers formed on Irish potato plants sprayed with butyl 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetate. Amer. J. Bot. **40** (1953), 827—834.
5. Ellison, J. H., and O. Smith, Effects of spraying a sprout inhibitor on potato plants in the field. Amer. Soc. Hort. Sci. **51** (1948), 397—400.
6. Fiedler, G., Erfahrungen mit Herbizid Leuna MD. Dtsch. Landw. **7** (1956), 197—199.
7. Fischnich, O., F. Heilinger und Chr. Pätzold, Die Erhaltung des Rohstoffwertes von Kartoffeln. — In: 2. Tag der Kartoffelforschung am 23. und 24. April 1959 in Detmold. — Hamburg: Förderungsgem. d. Kartoffelwirtsch. e. V. 1959, 7—32.
8. Fischnich, O., und G. Lübbert, Fruchtbildung bei Kartoffeln und Förderung der Keim Schnelligkeit ihrer Samen. Beitr. Biol. Pflanzen **31** (1955), 179—206.

9. Fischnich, O., und Chr. Pätzold, Entwicklungsbeeinflussung der Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) durch Wuchsstoffe. Beitr. Biol. Pflanzen **30** (1954), 257—273.
10. —, —, Keimhemmung bei Kartoffeln durch chemische und physikalische Maßnahmen. Landbouwkdg. Tijdschr. **68** (1956), 879—894.
11. —, —, und H. Krug, Entwicklungsbeeinflussung der Kartoffelpflanze durch Gibberellin. Landbauforsch. **9** (1959), 12—14.
12. —, —, und C. Schiller, Wachstumsregulatoren im Kartoffelbau. Eur. Potato J. **1** (1958), 25—30.
13. Guthrie, J. D., Inducing „dormancy“ in potato tubers with potassium naphthaleneacetate and breaking it with ethylene chlorohydrin. Science **88** (1936), 86.
14. Hanf, M., Erfahrungen über die Unkrautbekämpfung mit Wuchsstoffen in Kartoffeln. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. 1957, Nr. 87, 59—61.
15. —, Über die Änderung der Blattformen von Dikotyledonen durch Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D). Beitr. Biol. Pflanzen **33** (1957), 177—218.
16. Hiller, W., Ökologische Versuche zur Untersuchung der Einwirkung von Düngung und Wuchsstoffen auf Ertrag und Viruskrankheiten bei Kartoffeln. Ergebnisse landw. Forsch. an der Justus Liebig-Hochschule 1956, H. 1, 24—25.
17. Hooker, W. J., and A. F. Sherf, Scab susceptibility and injury of potato tubers by 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetates. Amer. Potato J. **28** (1951), 675—681.
18. Kabiersch, W., Mißbildungen bei Kartoffeln durch 2,4-D-Mittel. — Gesunde Pflanzen **3** (1951), 256—268.
19. Klumpp, E., Die Eiweißkartoffel. Kartoffelbau **9** (1958), 12—13.
20. Laibach, F., und O. Fischnich, Pflanzenwuchsstoffe in ihrer Bedeutung für Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft. Grundlagen u. Fortschr. im Garten- u. Weinbau 1950, H. 81, 7—80.
21. Medvedev, N. F., (Der Einfluß des Heteroauxins auf das Wachstum der oberirdischen Masse und den Ertrag der Kartoffel.) Dokl. Akad. Nauk **84** (1952), 365—368 (russisch).
22. Pätzold, Chr., Vorbeugende Unkrautbekämpfung erleichtert die Kartoffelernte. Kartoffelbau **8** (1957), 124.
23. —, Franzosenkrautbekämpfung. Rhein. Monatsschr. f. Gemüse-, Obst- u. Gartenbau **46** (1958), 117—118.
24. —, Chemische Unkrautbekämpfung in Kartoffeln? Dtsch. landw. Presse **82** (1959), 246—247.
25. Payne, M. G., J. L. Fults and R. J. Hay, The effect of 2,4-D treatment on free amino acids in potato tubers. Amer. Potato J. **29** (1952), 142—150.
26. —, —, —, and C. H. Livingston, Protein content and specific gravity of red McClure potatoes increased by 2,4-D treatment. Amer. Potato J. **30** (1953), 46—49.
27. Permin, O., og H. J. Petersen, Forsøg med ukrudtsbekaempelse i kartofler. Tidsskr. Planteavl **61** (1958), 638—666.

28. Rademacher, B., Neuzeitliche Unkrautbekämpfung. Wissenschaftl. Z. d. Karl-Marx-Universität Leipzig **5** (1955/56), math.-naturw. Reihe H. 3, 251—256.
29. Smith, O., M. A. Baeza and J. H. Ellison, Response of potato plants to spray applications of certain growth-regulating substances. Bot. Gaz. **108** (1947), 421—431.
30. Söding, H., Die Wachsstofflehre. Stuttgart 1952.
31. Stelzner, G., Hemmung der Keimung von Kartoffelknollen durch dampfförmigen α -Naphthylessigsäuremethylester. Forschungsdienst **17** (1944), 407—415.
32. Tukey, H. B., Plant Regulators in Agriculture. New York—London 1954.
33. Wangenheim, K.-H. v., Zur Ursache der Kreuzungsschwierigkeiten zwischen *Solanum tuberosum* L. und *S. acaule* Bitt. bzw. *S. stoloniferum* Schlecht. et Bouché. Z. Pflanzenzüchtung **34** (1954), 7—48.
34. Zoschke, M., Studien über die Wirkung synthetischer Wachsstoffherbicide auf Kulturpflanzen und Unkrautflora. Kühn-Archiv **71** (1957), 305—383.

Aus dem Pharmakognostischen Institut der Universität Bonn und dem Weinforschungsinstitut Trier/Mosel

Die Wirkung von Actidion auf *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*¹⁾

Von

Karlheinz Monreal

Die antifungale Wirkung des bei der Streptomycingewinnung abfallenden Actidions wurde 1946 erstmals von Whiffen, Bohonos und Emerson beobachtet. Schon 1947 gelang es dann Leach, Ford und Whiffen dieses Antibiotikum kristallin darzustellen (vgl. auch Morimoto, Oku und Nakamura, 1955; Brown und Hazen, 1955).

Die starke Hemmwirkung des Actidions auf verschiedene Hefearten wurde bereits mehrfach untersucht (Whiffen, 1948; Schanderl, 1954; Szilvinyi und Klaushofer, 1954; Füsser und Flach, 1955; Green und Gray, 1951). Das Ziel der Untersuchungen mit Weinhefe war vor allem, an Stelle der bisher in der Weinbereitung benutzten fungistatisch wirkenden schwefligen Säure einen anderen geeigneten Inhibitor zu finden (Peynaud, 1952; Kielhöfer, 1953; Verona und Picci, 1953; Schanderl, 1954; Peynaud, Lafourcade und Lafon, 1957). Die ersten eingehenderen Untersuchungen über die Wirkung von Actidion auf den Hefestoffwechsel stammen von Kielhöfer und Aumann (1957). Im Gegensatz zu früheren Arbeiten (Peynaud, 1952; Verona und Picci, 1953; Kielhöfer, 1953; Schanderl, 1954) konnten sie zeigen, daß es sich nicht um eine Gärungs- oder Atmungshemmung handelt. Auch die Aufnahme von anorganischem Phosphat war nicht vermindert, die Glykogensynthese dagegen deutlich gehemmt.

Die vorliegende Arbeit sollte die Ergebnisse von Kielhöfer (1953) sowie von Kielhöfer und Aumann (1957) überprüfen und die Eignung des Actidions als Stabilisierungsmittel in der Weinbereitung weiter klären. Dabei interessierte ganz besonders die Frage, ob die Weinhefe gegenüber Actidion resistent werden kann und ob Actidion die Sporulation dieser Hefe zu unterbinden vermag. Es sollten ferner durch Untersuchungen über den Einfluß des Actidions auf verschiedene Teilvorgänge der N-Assimilation Einblicke in seinen Wirkungsmechanismus gewonnen werden.

I. Material und Methodik

Als Versuchsorganismus diente ein Hefestamm von *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* (Hansen) Dekker, der im Weinforschungsinstitut in Trier unter dem Namen „Zeltinger Reinzuchthefer“ ge-

¹⁾ Gekürzte Fassung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bonn approbierten Dissertation (D 5).

führt wird. Aus diesem Stamm wurde mit der Lindnerschen Isolierungsmethode eine Einzellkultur gewonnen, die bei allen Versuchen Verwendung fand.

Es wurden folgende Nährmedien benutzt:

Traubenmost, wegen seiner wechselnden Zusammensetzung im allgemeinen nur für Vermehrungskulturen, halbsynthetische Nährlösung (abgeändert nach Sabouraud): 40 g Glukose (handelsübliches „Dextropur“), 2,5 g Hefeextrakt (handelsübliche „Cenovispaste“) in 1000 ml Wasser, vollsynthetische Nährlösung nach Williams (aus Wikén u. Richard, 1951): 50 g Glukose, 6 g Ammoniumsulfat, 2 g KH_2PO_4 , 146 mg MgSO_4 (ohne Kristallwasser), 300 mg CaCl_2 , 1 ml H_3BO_3 (1 ‰), 1 ml ZnSO_4 (1 ‰), TiCl_3 (1 ‰), 1 ml FeCl_3 (0,5 ‰), 1 ml CuSO_4 (1 ‰), 1 ml KJ (0,1 ‰), 0,025 mg Biotin, 0,5 mg Thiamin, 25 mg m-Inosit, 2,5 mg Ca-Pan-thotenat und 0,5 mg Pyridoxin in 1000 ml dest. Wasser.

Im Vergleich zu Actidion wurden bei einzelnen Versuchsreihen folgende Substanzen untersucht: Allylsenfö, Salicylsäure, Captan, Sorbinsäure und Deciquam.

Zur Herstellung weitgehend anaerober Bedingungen wurden die Kulturen alle 10 Stunden entweder mit O_2 -freiem Stickstoff oder mit CO_2 10 Minuten lang durchgast. Alle Kulturen wurden im Thermostaten bei 25° C gehalten.

Zum Nachweis der Hefesporen erwies sich die Färbung nach Möller (bei Janke-Zikes, 1928) als brauchbar.

Die Vermehrung der Hefe wurde entweder durch Auszählen der Hefezellen in einer Thomaschen Zählkammer (Hämocytometer) oder durch Trübungsmessungen mit dem Pulfrich-Photometer der Fa. Zeiss bestimmt (vgl. auch Hoffmann-Ostenhof u. Fellner-Feldegg, 1949; VAS, 1955 a, b). Da in allen Versuchen lediglich der Verlauf der Anfangsvermehrung von Interesse war, konnten die zur turbidimetrischen Messung vorgesehenen Reagenzgläser mit planparallelen Seiten gleichzeitig als Kulturgefäße benutzt werden; hier erübrigte sich eine Verdünnung der Hefesuspension.

Zur Bestimmung der Gärungskohlensäure wurden die Kulturgefäße (Rollflaschen), die mit Watte und perforierter Cellophanfolie verschlossen waren, in bestimmten Zeitabständen gewogen. Aus der Gewichtsabnahme ergab sich die CO_2 -Bildung.

Das Trockengewicht der gründlich gewaschenen Hefe wurde durch Trocknung bis zur Gewichtskonstanz bei 100° C festgestellt.

Die N-Fractionen wurden nach dem Kjeldahl-Verfahren in der Mikro-Apparatur nach Parnas und Wagner bestimmt. Der $\text{NH}_4\text{-N}$ wurde direkt aus der alkalisch gemachten Nährlösung abdestilliert. Zur Bestimmung des gelösten organischen N (Amino-N) wurde die filtrierte Kulturlösung durch Belüftung bei pH 8–9 von Ammoniak befreit. Für die Gesamt-N-Bestimmung wurde die Hefe auf Blaubandfiltern gesammelt, gründlich gewaschen und mit den Filtern zusammen feucht verascht.

Zellfreie Hefeextrakte für die Transaminierungsversuche wurden folgendermaßen gewonnen: 20 ml Hefesuspension ($10^8\text{--}10^9$ Zellen/ml) wurden mit 50 g Glasperlen (Durchmesser 0,45 mm) im Zellhomogenisator MSK (Merkenschlager, Schlossmann u. Kurz, 1957) der Fa. Braun (Melsungen) bei 4000 U/min zentrifugiert, der noch schwach trübe Überstand, welcher die Transaminase enthält, von den Zellfragmenten abgegossen und mit bidestilliertem Wasser 1:3 oder 1:5 verdünnt.

Zur Bestimmung der Transaminaseaktivität diente der optische Test von Warburg u. Christian (1936) (Beckman-Spektralphotometer, 366 μm). Es wurden fertige Präparate der Fa. Boehringer, Mannheim („Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase-Test“ und „Serum-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase-Test“) benutzt. Das Verfahren beruht auf der Messung der Oxydation des in diesen Präparaten enthaltenen reduzierten Diphosphopyridinnucleotids (DPN.H), die der Transaminaseaktivität direkt proportional ist.

Die freien Aminosäuren wurden papierchromatographisch identifiziert. Es wurden die absteigende Methode und die Ringchromatographie von Giri u. Rao (1952), verbessert von Schormüller u. Gellrich (1956) verwendet. Als unbewegliche Phase diente das Papier von Schleicher und Schüll 2043 bM, als mobile Phase Butanol-Eisessig-Wasser (5:1:4) (nach Patridge, 1948) (s. Linskens, 1955).

Die Kulturlösungen wurden eingeeengt und direkt auf das Papier aufgetragen. Vorversuche hatten gezeigt, daß weder die Nährlösung nach Williams noch Glukose Störungen verursachen. Hefezellen wurden homogenisiert, bei 4° mit 20 %iger Trichloressigsäure behandelt und filtriert. Das Filtrat wurde auf dem Wasserbad von Trichloressigsäure befreit und stark eingeeengt, 10 μl wurden auf dem Startfleck aufgetragen.

II. Die Stabilität des Actidions im sauren und alkalischen Bereich

Nach den Untersuchungen von Peynaud und Lafourcade (1953) von Lafourcade (1954) sowie von Mefferd jr. und Loeffler (1954) hat Actidion seine größte Stabilität und damit auch seine größte Wirkungsintensität zwischen pH 3 und pH 5. Im alkalischen Bereich soll es sehr rasch unwirksam werden. Im Gegensatz hierzu ergaben die Versuche von Whiffen (1948) keine Inaktivierung des Actidions zwischen pH 4 und pH 8.

Eigene Untersuchungen (Sporulation und enzymatische Aktivitätsbestimmung) mit schwach sauren bis schwach alkalischen Kultursubstraten ließen die nochmalige Überprüfung dieser Ergebnisse wünschenswert erscheinen. Zu diesem Zweck wurde Actidion mit verschiedenen Puffern gemischt (Phosphatpuffer pH 5,3 und Glykokoll-NaOH-Puffer — Sørensen — pH 8,8). Vorversuche ließen erkennen, daß durch die Pufferlösungen selbst das Hefewachstum nicht beeinflusst wurde. Zwei Stunden nach der Herstellung der gepufferten Actidionlösungen wurden sie nach der Hemmhofmethode von Linzenmeier (1956) auf ihre Wirksamkeit getestet. Aus den Hemmhofdurchmessern wurde auf die Stabilität geschlossen.

Tab. 1. Die Wirkung verschieden gepufferter Actidionlösungen auf das Hefewachstum (Durchmesser der Hemmhöfe in mm nach 6 Tagen)

Actidion Puffer pH	125 mg/l			62,5 mg/l		
	5,3	8,8	—	5,3	8,8	—
Versuch I	16	0	17	11	0	12
Versuch II	15	0	16	10	0	11
Versuch III	17	0	15	11	0	11

Die in Tabelle 1 zusammengefaßten Ergebnisse bestätigen die Feststellung von *Peynaud* und *Lafourcade* und von *Mefferd jr.* und *Loeffler*. Sie zeigen, daß Actidion in einem Puffer von pH 8,8 bereits nach zwei Stunden vollständig inaktiviert wird und auf die Hefevermehrung keinen hemmenden Einfluß mehr ausüben kann. Dagegen lassen sowohl die ungepufferte (pH 4,9), als auch die auf pH 5,3 eingestellte Actidionlösung bei beiden Konzentrationen eine bemerkenswerte Stabilität erkennen. Die Unstimmigkeit gegenüber den Ergebnissen von *Whiffen* ist möglicherweise auf die von ihr benutzte Hefe (*Saccharomyces pastorianus*) zurückzuführen. Zwar ist das Wirkungsspektrum für Actidion Hefen gegenüber sehr breit; das schließt aber nicht aus, daß verschiedene Arten durch diesen Inhibitor verschieden stark beeinflusst werden, wie es bereits von *Schanderl* (1954) sowie von *Szilvinyi* und *Klaushofer* (1954) festgestellt worden ist.

III. Der Einfluß von Actidion und anderen Inhibitoren auf die Zellgröße der Weinhefe

Bei ihren Arbeiten über die Wirkung verschiedener Hemmstoffe auf die Weinhefe beobachteten *Kielhöfer* und *Aumann* (unveröffentlicht) eine Verkleinerung der Hefezellen in Gegenwart von Actidion. Die gleichen Feststellungen machten sie auch bei Bierhefen. Über die Abhängigkeit der Zellgröße der Hefe von der Zusammensetzung der Kulturlösung berichtete *Bertini* (1954).

Die folgenden Untersuchungen sollten die erwähnten Beobachtungen weiter verfolgen und statistisch überprüfen. Neben Actidion wurden Allylsenfö, Salicylsäure, Captan und Deciquam in den in Tabelle 2 angegebenen Konzentrationen auf ihren Einfluß auf die Zellgröße getestet. Die Messungen wurden nach beendeter Gärung vorgenommen. Die Meßergebnisse wurden in der üblichen Weise (vgl. z. B. v. *Muralt*, 1944) rechnerisch ausgewertet. Die Signifikanz der Unterschiede (k)

zweier Meßreihen errechnet sich nach $k = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2}}$, wobei M_1 und

M_2 die Mittelwerte, μ_1 und μ_2 die mittleren Fehler der Meßreihen sind.

Es gilt: $k < 2$: kein Unterschied,

$k = 2, < 3$: ein Unterschied ist wahrscheinlich,

$k \geq 3$: ein Unterschied ist sicher vorhanden.

In orientierenden Versuchen wurden zunächst 50 Zellen gemessen.

Aus den in Tabelle 2 dargestellten Ergebnissen ist zu ersehen, daß Salicylsäure, Captan und Deciquam das Längenwachstum der Hefe gar nicht oder nur unwesentlich beeinflussen. Alle k -Werte schwanken zwischen $-1,5$ und $+2$. Die mit Actidion behandelten Hefen lassen dagegen eine signifikante Zellverkürzung erkennen ($k = 6 - 8$).

Im Gegensatz hierzu bewirken Salicylsäure, Deciquam und Actidion eine erhebliche Verminderung der Zellbreite ($k = 4 - 6,5$), während der Zusatz von Captan und Allylsenfö keine deutliche Änderung hervorruft.

Tab. 2. Länge und Breite der Hefezellen bei verschiedenen Hemmstoffzusätzen (Zahl der Messungen ≥ 50)

Hemmstoff mg/l	Länge			Breite		
	M	$\pm \mu$	k	M	$\pm \mu$	k
halbsynthetische Nährlösung						
Kontrolle	8,85	0,18	—	6,11	0,19	—
Allyls. 12,5	9,98	0,27	-4,1	6,65	0,17	-2,1
Allyls. 25,0	8,71	0,24	0,5	6,01	0,16	0,4
Salicyls. 250	9,26	0,22	-1,5	4,45	0,18	6,4
Salicyls. 500	8,88	0,21	-0,1	4,71	0,13	6,1
Captan 5	8,37	0,18	1,9	5,83	0,16	1,1
Actidion 3,2	6,86	0,15	8,6	—	—	—
Traubenmost						
Kontrolle	8,45	0,19	—	6,04	0,15	—
Actidion 3,2	6,86	0,15	6,8	5,07	0,16	4,2
Actidion 6,4	6,77	0,16	8,8	5,06	0,03	6,5
halbsynthetische Nährlösung						
Kontrolle	9,29	0,18	—	6,46	0,18	—
Actidion 3,2	7,60	0,15	7,0	5,61	0,13	3,8
Deciquam 10	8,70	0,24	2,0	5,05	0,14	6,2

Unter den geprüften fungitoxischen Stoffen scheint also Actidion den stärksten Einfluß auf die Größe der Hefezellen auszuüben. Für diesen Hemmstoff wurden daher die Versuche mit verschiedenen Abwandlungen wiederholt. Aus einigen hier nicht angeführten Untersuchungen ging hervor, daß die gleiche Actidionkonzentration in verschiedenen Kulturlösungen verschieden wirkt. So zeigte sich, daß eine Actidionkonzentration von 1,6 mg/l in einer vollsynthetischen Kulturlösung die gleiche Hemmung des Hefewachstums ergab wie 3,2 mg/l Actidion in Traubenmost oder halbsynthetischer Nährlösung. Für die folgenden Versuche wurde deshalb die vollsynthetische Kulturlösung nach Williams benutzt. Die Messungen wurden getrennt für 50, 100, 150 und 200 Zellen ausgewertet.

Die k-Werte der in Tabelle 3 zusammengefaßten Ergebnisse bestätigen die früheren Feststellungen. Die mikroskopischen Beobachtungen von Kielhöfer u. Aumann konnten somit statistisch gesichert werden. Unter Einwirkung von Actidion zeigen die Zellen eine starke Verkürzung ($k = 4 - 7$), die innerhalb des untersuchten Bereiches konzentrationsabhängig ist. Sie lassen zugleich eine signifikante Verbreiterung erkennen; die k-Werte sind negativ ($k = -2,5$ bis -5). Offenbar runden sich die Hefezellen unter der Wirkung von Actidion ab.

Eine Erklärung für den Widerspruch zu der in den ersten Versuchsreihen gefundenen Zellverschmälerung (Tab. 2) ist möglicherweise in den verschieden zusammengesetzten Kulturlösungen zu suchen.

Tab. 3. Länge und Breite der Hefezellen bei einem Zusatz von 0,8 bzw. 1,6 mg/l Actidion (synthetische Nährlösung, Zahl der Messungen = 200)

Zahl der Messungen	Länge			Breite			Volumen (μ^3)
	M	$\pm \mu$	k	M	$\pm \mu$	k	
	Kontrolle						
50	7,14	0,10	—	5,47	0,09	—	111
100	7,12	0,08	—	5,33	0,06	—	106
150	7,09	0,07	—	5,21	0,05	—	101
200	7,07	0,05	—	5,20	0,04	—	100
	0,8 mg/l Actidion						
50	6,79	0,17	2,0	5,65	0,16	—1,0	114
100	6,74	0,11	2,7	5,56	0,10	—1,9	109
150	6,70	0,09	3,5	5,58	0,07	—1,4	109
200	6,70	0,07	4,1	5,58	0,06	—5,4	109
	1,6 mg/l Actidion						
50	6,47	0,12	4,2	5,52	0,10	—0,4	103
100	6,50	0,08	5,6	5,55	0,07	—2,5	105
150	6,52	0,07	5,8	5,50	0,05	—4,8	104
200	6,52	0,06	6,9	5,50	0,04	—5,0	104

Man kann also von einer signifikanten Veränderung der Zellform sprechen, wobei das nach der Formel des Ellipsoids aus den Mittelwerten der Länge und Breite berechnete Zellvolumen keine Veränderungen erfährt (Tab. 3, Spalte 8).

IV. Zur Wirkung von Actidion und anderen fungitoxischen Substanzen auf die Sporenbildung der Weinhefe

Saccharomyces cerevisiae var. *ellipsoideus* gehört zu den sporogenen Hefen. Bei der Weinlagerung kann dies unangenehme Folgen zeigen. In jahrelang gelagerten leeren Weinflaschen (mit Rückständen von restsüßen Weinen und einem geringen Alkoholgehalt) kann es beispielsweise zur Ausbildung von Hefesporen kommen, die bei der Wiederenutzung trotz der üblichen Hygienemaßnahmen zu einer Neuinfektion restsüßer Weine führen kann. Es schien deshalb von Interesse, die Wirkung verschiedener Inhibitoren auf die Sporenbildung der Weinhefe zu untersuchen.

Vorversuche ergaben, daß die bei Bier- und Bäckerhefe üblichen Methoden (Gips- und Zementblockmethode, Filterpapiermethode, feste synthetische Nährböden) bei unserer Weinhefe nur 3–5 % sporulierender Zellen lieferten. Eine weitere Schwierigkeit ergab sich daraus, daß Actidion bei einem pH < 7 untersucht werden mußte, während aus den Untersuchungen von Kleyn (1954) hervorging, daß das Sporulationsoptimum bei einem Medium mit einem Anfangs-pH von 7,0 bis 8,5 liegt.

Es wurde schließlich mit 2 Sporulationsmedien gearbeitet:

a) Medium nach P a z o n y i (1954): 0,04 % Glukose, 0,14 % Na-azetat, Spuren Pepton. Anfangs-pH mit n NaOH auf 7,2–7,4 bzw. 6,0–6,5 eingestellt.

Die Hefe wurde 6 Tage in Traubenmost gezüchtet, zweimal in sterilem Wasser gewaschen und im Medium suspendiert. Versuchsdauer 6 Tage.

b) Medium, abgeändert nach Miller, Calvin u. Tremaine (1955): 0,2 % Na-azetat.

Die Hefe wurde 2 Tage in Traubenmost vorgezüchtet, sonst wie bei a) behandelt.

Als Sporulationsgefäße dienten nach abwärts verjüngte Glasfrittengefäße (ca. 100 ml, 1 G l), die von unten her mit wattefiltrierter Preßluft durchströmt wurden.

Als Hemmstoffe wurden zugesetzt: Actidion (3,2 mg l, 50 mg l), Captan (10 mg/l), Deciquam (10 mg/l).

Nach der Sporenfärbung wurde die Auszählung (dreimal je 100 Zellen) getrennt für die 1-sporigen, die 2-sporigen und die 3- u. 4-sporigen Zellen vorgenommen.

Tab. 4 zeigt einen Sporulationsversuch ohne Hemmstoffzusatz.

Tab. 4. Sporenbildung in Glukose-Na-acetat-Peptonlösung im Verlauf von 6 Tagen

Zählung	Gesamt-sporulation in %	Sporen je Ascus in % der Gesamtsporulation		
		1	2	3 und 4
2. Tag	10,6	5,2	49,6	45,2
3. Tag	12,0	6,0	55,7	38,8
4. Tag	16,3	9,0	60,0	31,0
5. Tag	18,0	10,7	61,5	27,8
6. Tag	18,6	11,2	60,5	28,3

Man sieht, daß sich vom 2. bis zum 6. Tage die Gesamtsporulation von 10,6 % bis auf 18,6 % steigert. Besonders interessant ist die anfänglich reichliche Bildung von 3- und 4-sporigen Schlauchen, deren prozentualer Anteil dann jedoch bis zum Versuchsende (von 45,2 auf 28,3 %) zugunsten der 1- bzw. 2-sporigen Zellen stark vermindert wird. Dies bedeutet, daß vom 2. Tage ab die 3- u. 4-sporigen Zellen an der allgemeinen Zunahme der sporulierenden Zellen (um fast 80 % nicht mehr beteiligt sind. Die nur geringfügige Zunahme der Gesamtsporulation vom 5. zum 6. Tage ließ eine Fortführung der Versuche über einen längeren Zeitraum überflüssig erscheinen.

Die Tabellen 5 und 6 bringen nun die Ergebnisse bei Hemmstoffzusatz.

Für die Kontrollen in Tabelle 5 errechnet sich eine durchschnittliche Gesamtsporulation von 15 %, in Tabelle 6 von 18 %. In keinem Fall wurden mehr als 21 % sporulierende Zellen gefunden. Die Ergebnisse

Tab. 5. Sporenbildung in Glukose-Na-acetat-Peptonlösung bei verschiedenem pH und in Gegenwart von Hemmstoffen (Versuchsdauer 6 Tage)

Anfangs-pH	eingesäte Hefemenge (10%/ml)	Zusatz mg/l	End-pH	Gesamtsporulation in %	Sporen je Ascus in % der Gesamtsporulation		
					1	2	3 u. 4
7,2	4	—	8,3	18,0	13,5	58,8	27,7
6,4	4	—	9,0	12,0	30,4	43,6	26,0
6,5	4	—	7,9	14,5	24,0	57,0	19,0
7,4	4	—	7,9	15,6	19,0	64,4	16,6
6,1	4	Actid. 50	7,1	0	0	0	0
6,0	4	Captan 10	7,8	13,8	18,2	66,0	15,8
6,0	4	Deciqu. 10	7,0	0	0	0	0

Tab. 6. Sporenbildung in 0,2 %igem Na-acetat bei Gegenwart von Actidion und Captan (Versuchsdauer 6 Tage)

Anfangs-pH	eingesäte Hefemenge (10%/ml)	Zusatz mg/l	End-pH	Gesamtsporulation in %	Sporen je Ascus in % der Gesamtsporulation		
					1	2	3 u. 4
7,0	4	—	8,7	20,8	3,4	38,6	58,0
7,0	1,4	—	8,6	17,5	18,6	65,6	15,8
6,7	1,4	Actid. 3,2	7,1	0	0	0	0
7,7	4	Captan 10	7,8	10,4	4,8	66,0	29,2

von P a z o n y i (1954), der bei Weinhefe in Glukose-Azetat-Pepton 50–90 % sporulierende Zellen erhielt, fanden in unseren Versuchen also keine Bestätigung. Ob die leichte Förderung der Sporenbildung in Tabelle 6 gegenüber Tabelle 5 auf die verschiedene Substratzusammensetzung oder auf das verschiedene Alter der Einsaat zurückzuführen ist, muß offen bleiben, ebenso die Frage, ob die starke Streuung der Sporulationsprozente der Kontrollen mit den kleinen Schwankungen des pH-Wertes zusammenhängt.

Beide Tabellen lassen den Einfluß der Hemmstoffe auf die Sporenbildung deutlich erkennen. Während Captan diese nicht verhindert, unterbinden Actidion und Deciquam sie gänzlich. Interessanterweise spielt bei Actidion die Hemmstoffkonzentration keine Rolle; es genügen offenbar schon geringe Mengen zur Unterdrückung der Sporulation. Diese Hemmwirkung darf jedoch keinesfalls auf die schwach sauren AnfangspH-Werte der Kultursubstrate zurückgeführt werden; vielmehr zeigt besonders Tabelle 5, daß es für die Sporenbildung unter den gegebenen Bedingungen gleichgültig ist, ob das pH zwischen 6 und 7 oder über 7 liegt.

V. Die Wirkung von Actidion auf die Hefevermehrung

In der Einleitung wurde bereits auf die Untersuchungen von Kiehlhöfer und Aumann (1957) hingewiesen, bei denen sich im Gegensatz zu früheren Angaben anderer Autoren keine Gärungshemmung der Weinhefe durch Actidion gezeigt hätte. Der Grund für diese Unstimmigkeit scheint darin zu liegen, daß diese Forscher bei ihren Untersuchungen mit Actidion aus der gehemmten CO_2 -Bildung ohne weiteres auf eine Gärungshemmung schlossen, ohne dabei die Wirkung dieses Hemmstoffes auf die Hefevermehrung zu berücksichtigen.

Bei den folgenden Versuchen wurde die Vermehrung einzelner Zellen im hängenden Tropfen beobachtet. Als Kultursubstrat diente die Williams-Nährlösung; als Hemmstoff wurde 1,39 mg/l Actidion gegeben. Die Bestimmung der Zellzunahme geschah zu den in Abbildung 1 angegebenen Zeitpunkten.

Zunächst ergab sich, daß durch Actidionzusatz die Zahl der vermehrungsfähigen Zellen um 35 % vermindert wird (Tab. 7).

Tab. 7. Die Verminderung der vermehrungsfähigen Hefezellen durch Actidionzusatz (Einzellkulturen im Hängetropfen)

	untersuchte Zellen	davon vermehrungsfähig	(%)
Kontrolle	44	20	(46)
1,39 mg/l Act.	33	11	(33)

In Abbildung 1 ist das charakteristische Verhalten von je 4 Einzelzellen ohne (I–IV) und mit Actidionzusatz (V–VIII) dargestellt. Es wurden insgesamt je 11 Zellen in ihrem Vermehrungsablauf verfolgt.

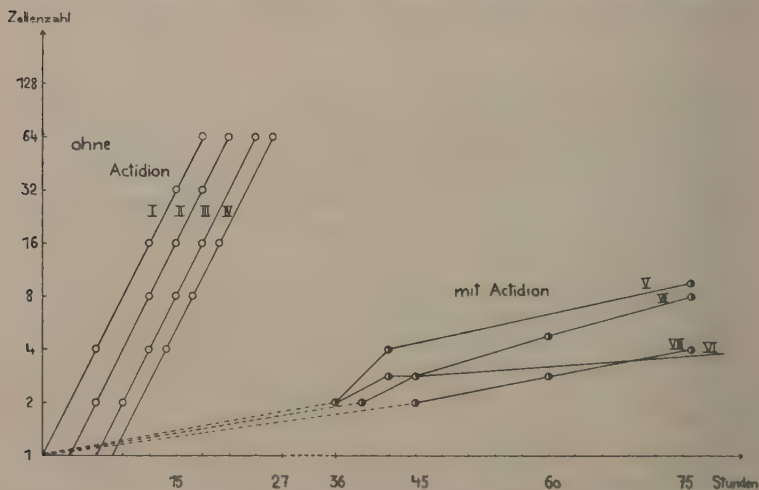


Abb. 1. Die Vermehrung einzelner Hefezellen ohne (I–IV) und mit 1,39 mg/l Actidion (V–VIII)

Die vier Kontrollen (I–IV) zeigen ein sehr gleichartiges Verhalten. Die geringen Unterschiede lassen sich unschwer auf das verschiedene Alter der Zellen einer Population zurückführen (R a i b l e u. B u s c h, 1957 b). Die parallel laufenden Kurven zeigen aber, daß sich die Zellen nach Ablauf der Induktionsphase mit einer gleichmäßigen Generationsdauer von 3 Stunden vermehren.

Bei Zusatz von Actidion wird dagegen die Induktionsphase gegenüber den Kontrollen um 30–33 Stunden verlängert. Erst nach längerer Zeit kann sich offenbar die Mehrzahl der Zellen an den Hemmstoff „gewöhnen“; eine größere Anzahl von Zellen bleibt überhaupt vermehrungsunfähig (Tab. 7). Außerdem bewirkt der Inhibitor einen völlig veränderten Ablauf der logarithmischen Vermehrungsphase. Eine einheitliche Generationsdauer ist nicht mehr vorhanden. So haben sich die Zellen V und VI erstmals nach 36 Stunden verdoppelt. Nach weiteren 6 Stunden waren aus Hefe V 4 Zellen, aus Hefe VI nur 3 Zellen entstanden. Noch deutlicher wird das nach 76 Stunden: aus Hefe V haben sich 10, aus Hefe VI dagegen nur 4 Zellen gebildet. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Hefe VII und VIII. Diese Unregelmäßigkeiten können nur durch die fungizide Wirkung des Actidions auf einzelne Zellen erklärt werden, zumal in allen Actidionkulturen nach 76 Stunden auto-lysierende, also tote Hefezellen gefunden wurden.

Aus diesen Ergebnissen wird ersichtlich, daß durch Actidion die Vermehrung der Hefe eine starke Hemmung erfährt, die in erster Linie in der Induktionsphase und in der logarithmischen Vermehrungsphase der Hefen zur Geltung kommt.

VI. Zum Problem der Actidionresistenz bei Weinhefen

Schon vielfach ist die Resistenz der Hefe verschiedenen Konservierungsmitteln gegenüber Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen (S c a r d o v i, 1951, 1952, 1953, 1956; I m s c h e n e t z k i u. P e r o w a, 1955, 1957; S a l l e r, 1955; L a s k o w s k i, 1955; M i d d l e k a u f, H i n o, P i n g Y a n g, L i n d e g r e n u. L i n d e g r e n, 1956, 1957; v. S c h e l l h o r n, 1953, 1958). Durch die Entstehung einer gegen das angewandte Konservierungsmittel resistenten Hefe wird dieses für eine dauernde Verwendung unbrauchbar. Dies gilt in besonderem Maße für die in der Weinkonservierung benutzte schweflige Säure (SO_2). Bereits vor einigen Jahren stellten M i n a r i k (1956) sowie L a c h e c k a (1957) eine zunehmende SO_2 -Resistenz bei häufig benutzten Hefen fest.

Das Problem der Heferesistenz gegenüber verschiedenen Konservierungsmitteln wurde insbesondere von S c a r d o v i, von M i n a r i k sowie von v. S c h e l l h o r n untersucht. S c a r d o v i stellte vor allem fest, daß die SO_2 -Resistenz mit dem Glutathiongehalt der Zellen zunimmt. Er fand weiter (1956) einen hemmenden Einfluß von SO_2 auf das Essigsäure-aktivierende Coenzym A. Für die reversible Bindung zwischen diesem und SO_2 , die durch Glutathion gesprengt werden kann, fand er allerdings noch keine Erklärung. Möglicherweise spielt hierbei die Ausbildung eines adaptiven Enzymsystems eine Rolle.

Bei den in diesem Abschnitt beschriebenen Versuchen sollte zunächst festgestellt werden, ob die Weinhefe gegen Actidion, ähnlich wie gegen SO_2 , resistent werden kann. Wenn dies der Fall ist, war es weiter von Interesse zu prüfen, ob es sich um eine mutative oder eine modifikative Änderung handelt.

Da sich für diese Versuche die gravimetrische Bestimmung der CO_2 -Abgabe als besonders einfache Methode anbot und da das Actidion die Vermehrung, nicht aber die Gärung der Hefe beeinflusst, war in Vorversuchen zunächst die Beziehung zwischen Gärungs- und Vermehrungsverlauf festzustellen.

1. Die Beziehung zwischen der Gärkurve und dem Vermehrungsablauf

Nach Werkman u. Wilson (1951), Ingram (1955), Vas (1955 a) sowie Raible u. Busch (1957 a) durchläuft die Zellvermehrung in einer Hefekultur folgende Phasen:

1. Phase: Adaption- oder Restitutionsphase,
2. Phase: lag-Phase oder Phase der zunehmenden Vermehrung,
3. Phase: logarithmische Phase,
4. Phase: Phase der verlangsamten Vermehrung,
5. Phase: stationäre Phase,
6. Phase: Absterbephase.

In der Adaptionphase paßt sich die Hefe dem neuen Nährsubstrat an, wobei verarmte Zellen ihr Nährstoffdepot wieder auffüllen. Die Dauer dieser Phase ist somit weitgehend vom physiologischen Zustande der Zellen und ihrer Anpassungsfähigkeit an das neue Milieu abhängig. Auch die Dauer der lag-Phase wird von den genannten Faktoren und außerdem von der Zahl der eingesäten Hefen bestimmt. Die logarithmische Phase entspricht der artspezifischen Vermehrungsfähigkeit unter optimalen Bedingungen. Der zeitliche Ablauf der Phasen 4–6 hängt schließlich von den physiologischen Bedingungen in der Kulturlösung (Zuckergehalt, Alkohol, Sekundärprodukte) ab.

In zwei parallelen Versuchsreihen wurden die Wechselbeziehungen zwischen Vermehrungs- und Gärkurve, ohne und mit Actidionzusatz, untersucht. Bei Betrachtung der in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse ist zu beachten, daß die Ordinatenwerte der Vermehrungskurve in logarithmischem, die der Gärkurve in linearem Maßstabe aufgetragen sind. Man erkennt, daß die kennzeichnenden Abschnitte der beiden Kurven zeitlich gegeneinander versetzt sind. Die Beziehungen im einzelnen sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Wesentlich erscheint dabei, daß diese auch bei Actidionzusatz erhalten bleiben, daß also in der veränderten Gärkurve in diesem Fall der durch den Hemmstoffzusatz veränderte Vermehrungsablauf zum Ausdruck kommt. Das ist ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Feststellungen, welche Kiehlhöfer und Aumann (1957) im Gegensatz zu früheren Untersuchungen trafen, daß die Gärung selbst durch Actidion nicht gehemmt wird. Es ergibt sich weiterhin, daß die Hemmwirkung des Actidions aus Gärkurven einwandfrei beurteilt werden kann.

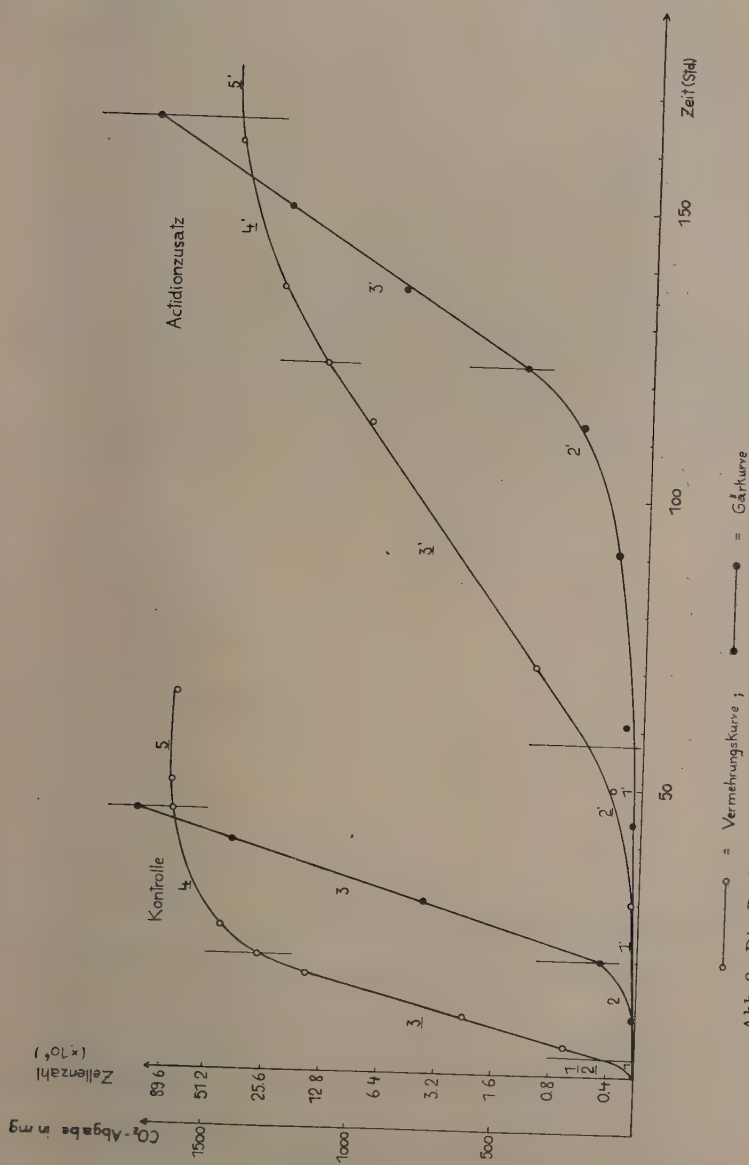


Abb. 2. Die Beziehungen zwischen den Phasen der Gärkurve und der Vermehrungskurve

Tab. 8. Beziehungen zwischen Gärkurven und Vermehrungsablauf

Phasen des Vermehrungsablaufes (log. Maßstab)	Phasen der CO ₂ -Freisetzung (linearer Maßstab)
1. Adaptionsphase	1. Induktionsphase
2. lag-Phase	2. zunehmende CO ₂ -Freisetzung
3. log.-Phase	3. lineare Phase
4. Phase des verlangsam. Verm.	4. abklingende CO ₂ -Freisetzung
5. stationäre Phase	

2. Die Anpassung der Weinhefe an 3,2 mg/l Actidion

Es ist bekannt (Kielhöfer u. Aumann, 1957), daß ein Actidionzusatz von 3,2 mg/l zu Traubenmost eine Grenzkonzentration ergibt, oberhalb derer sich die Hefe nicht mehr oder nur mehr sehr schlecht zu entwickeln vermag. Unsere Versuchshefe wurde deshalb zunächst auf ihre Fähigkeit zur Anpassung an diese Hemmstoffkonzentration geprüft. Sie wurde zu diesem Zweck in mehreren Passagen auf Traubenmost mit 3,2 mg/l Actidion gezogen. Die Hefeeinsaat war jeweils $0,3 \times 10^4$ Zellen/ml. Vorversuche hatten gezeigt, daß sich eine so geringe Hefeeinsaat

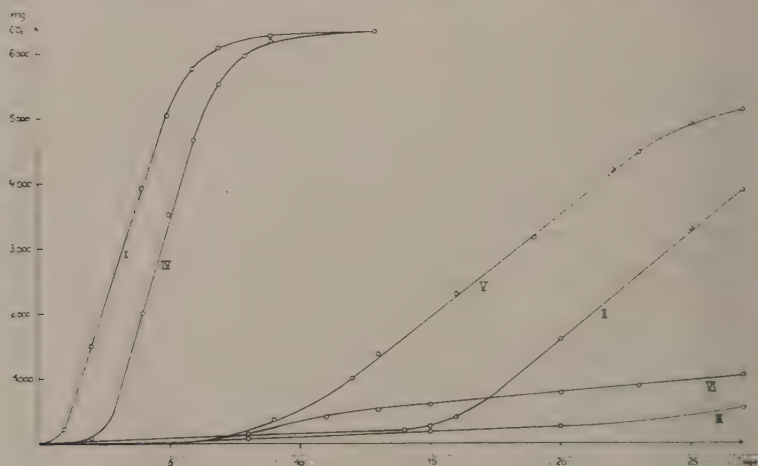


Abb. 3. CO₂-Freisetzung von Weinhefe aus Traubenmost ohne und mit Vorbehandlung mit 3,2 mg/l Actidion

- I Vorkultur: ohne Zusatz, Versuchsmedium: ohne Zusatz;
- II Vorkultur: ohne Zusatz, Versuchsmedium: mit 3,2 mg/l Actidion;
- III Vorkultur: ohne Zusatz, Versuchsmedium: mit 6,4 mg/l Actidion;
- IV Vorkultur: 1 Passage mit 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: ohne Zusatz;
- V Vorkultur: 1 Passage mit 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: mit 3,2 mg/l Actidion;
- VI Vorkultur: 1 Passage mit 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: mit 6,4 mg/l Actidion.

bei der gewählten Actidionkonzentration — wenn auch stark verzögert — vermehrt und schließlich das Substrat restlos vergärt.

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Die Versuchsansätze sind den Legenden zu entnehmen.

Die 6 Gärkurven der Abbildung 3 liegen deutlich in 3 Gruppen: I und IV, V und II, VI und III, entsprechend den 3 angewandten Actidionkonzentrationen von 0, 3,2 und 6,4 mg/l. Wird eine normale Hefe in Most mit 3,2 mg/l Actidion gebracht (Kurve II), so wird ihre Entwicklung stärker gehemmt als die einer Hefe, welche bereits eine Passage in 3,2 mg/l Actidion hinter sich hat (Kurve V). Wird diese Hefe in normalen Most zurückgeimpft, so zeigt sich eine ähnliche Entwicklung (Kurve IV) wie bei der Kontrolle (I). Hefe, die mit 3,2 mg/l Actidion vorkultiviert wurde, zeigt in Most mit 6,4 mg/l eine sehr zögernde CO₂-Freisetzung, die erst nach 3 Monaten beendet ist (Kurve VI). Noch stärker ist die Hemmung in dieser Inhibitorkonzentration, wenn man unvorbehandelte Hefe zur Einsaat verwendet (Kurve III). Bereits aus dem Vergleich der Kurven II mit V und III mit VI deutet sich eine Actidion-

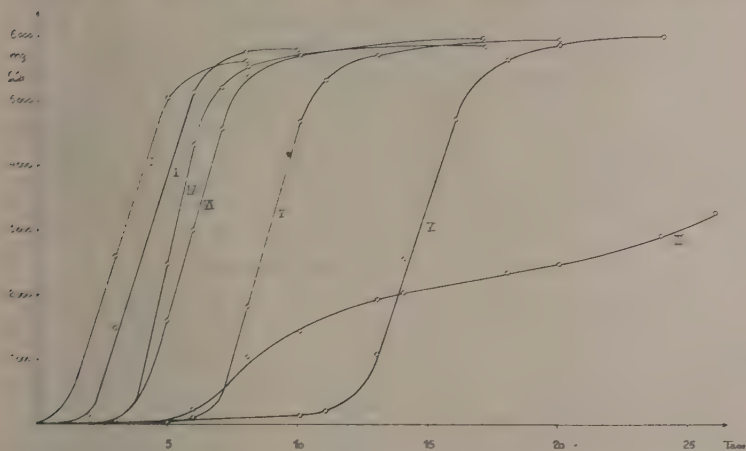


Abb. 4. CO₂-Freisetzung von Weinhefe aus Traubenmost ohne und mit Vorbehandlung mit 3,2 mg/l Actidion

- I Vorkultur: ohne Zusatz, Versuchsmedium: ohne Zusatz;
- II Vorkultur: 1 Passage in 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: ohne Zusatz;
- III Vorkultur: 1 Passage in 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: mit 6,4 mg/l Actidion;
- IV Vorkultur: 2 Passagen in 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: ohne Zusatz;
- V Vorkultur: 2 Passagen in 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: mit 3,2 mg/l Actidion;
- VI Vorkultur: 2 Passagen in 3,2 mg/l Actidion, Versuchsmedium: mit 6,4 mg/l Actidion;
- VII Vorkultur: 1 Passage in 3,2 mg/l, 1 Passage in 6,4 mg/l Actidion, Versuchsmedium: ohne Zusatz.

resistenz der Weinhefe an, die in den Kurven der Abbildung 4 noch deutlicher in Erscheinung tritt.

In Abbildung 4 fällt zunächst auf, daß die Kurven I, II, IV und VII nahe beisammen liegen und einen sehr ähnlichen Gesamtverlauf zeigen. In inhibitorfreiem Medium zeigen also vorbehandelte und unvorbehandelte Hefen etwa den gleichen Gärungsablauf. Lediglich die Induktionsphase ist mit steigender Zahl der Vorpassagen in actidionhaltigem Most verlängert.

Die zunehmende Actidionresistenz der Hefe wird besonders deutlich, wenn man die Kurven V und VI der Abbildung 4 untereinander und mit den Kurven II, III, V und VI der Abbildung 3 vergleicht. Nach zweimaliger Passage in 3,2 mg/l Actidion nähern sich die Gärkurven in Most mit 3,2 bzw. 6,4 mg/l Actidion der Kontrollkurve weitgehend an, nur die Induktionsphase ist noch verzögert, in der höheren Hemmstoffkonzentration stärker als in der niedrigeren.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die benutzte Weinhefe relativ schnell gegen fungistatische Actidionkonzentrationen resistent wird. Wenn man aus den Gärkurven auf den Vermehrungsverlauf zurückschließt, ergibt sich, daß die nichtadaptierte Hefe in den ersten vier Phasen der Vermehrung (Adaptions-, lag- und log.-Phase, Phase der verlangsamten Vermehrung) durch Actidion stark gehemmt wird. Mit zunehmender Resistenz nimmt die Hemmung in der log.-Phase und in der Phase der verlangsamten Vermehrung stark ab, wogegen die ersten beiden Phasen stark verzögert bleiben. Der letztere Effekt ist übrigens auch noch in recht großem Umfange zu beobachten, wenn adaptierte Hefen auf actidionfreies Medium rückgeimpft werden.

3. Die Adaptation der Weinhefe an steigende Actidionkonzentrationen

Auf die Anpassung von Weinhefen an steigende SO_2 -Konzentrationen ist bereits hingewiesen worden. Von einem Konservierungsmittel, das auf Grund anderer Vorteile gegenüber SO_2 u. U. dieses einmal in der Weinpraxis ersetzen soll, müßte man im Idealfall eine stabile Inhibitorwirkung fordern können. Diese Forderung wird von Actidion, wie bereits gezeigt wurde, nicht erfüllt. Auch Middlekauf und Mitarb. (1957) gelang es, durch Kreuzung verschiedener Hefestämme hochresistente Hefen zu züchten, die noch auf 50 mg/l Actidion wuchsen. Anfänglich hatten die benutzten Hefestämme eine starke Vermehrungshemmung bereits dann gezeigt, wenn dem Nährsubstrat nur 0,2 mg/l Actidion zugesetzt worden war.

Die folgenden Versuche sollten nun Auskunft darüber geben, ob Weinhefe nicht nur gegenüber einer gleichbleibenden, sondern auch gegenüber einer steigenden Actidionkonzentration resistent werden kann.

Anstelle von Traubenmost wurde die vollsynthetische Nährlösung nach Wikén verwendet. Die Hefen mußten folgende Actidionkonzentrationen durchlaufen: 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8 und 25 mg/l. Um physiologisch möglichst gleichartige Einsaaten zu erhalten, wurden diese der Vorkultur jeweils nach Erreichen der stationären Phase entnommen. Die Einsaatmenge war in allen Fällen $0,3 \times 10^6$ Zellen/ml. Bis zum Über-

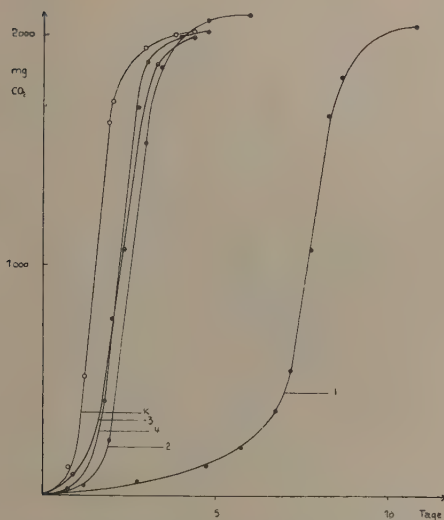


Abb. 5. Anpassung der Weinhefe an 0,8 mg/l Actidion. K: Kontrolle; 1, 2, 3, 4: 1, 2, 3, 4 Passage in 0,8 mg/l Actidion

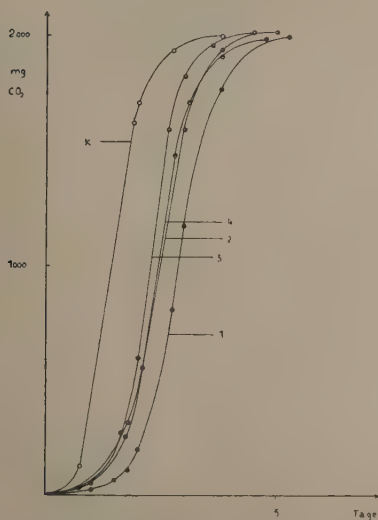


Abb. 6. Anpassung einer an 0,8 mg/l Actidion gewöhnten Hefe an 1,6 mg/l Actidion. K: Kontrolle; 1, 2, 3, 4: 1, 2, 3, 4 Passage in 1,6 mg/l Actidion

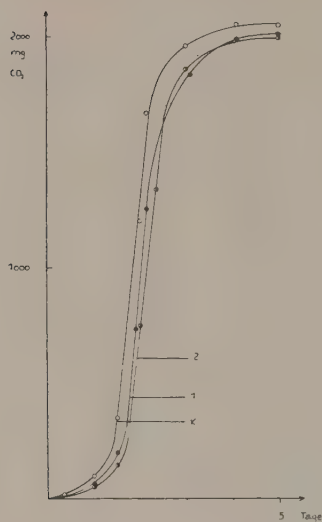


Abb. 7. Anpassung einer an 3,2 mg/l Actidion gewöhnten Hefe an 6,4 mg/l Actidion; K: Kontrolle; 1, 2: 1, 2 Passage in 6,4 mg/l Actidion

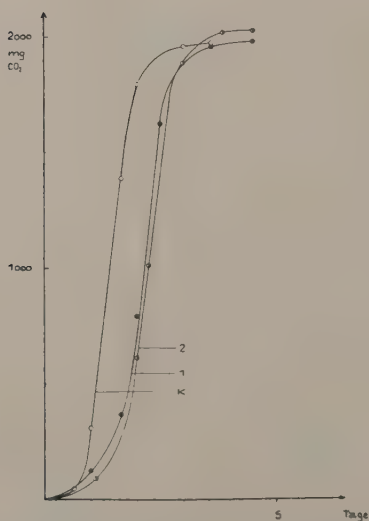


Abb. 8. Anpassung einer an 12,8 mg/l Actidion gewöhnten Hefe an 25 mg/l Actidion. K: Kontrolle; 1, 2: 1, 2 Passage in 25 mg/l Actidion

impfen in die nächsthöhere Konzentration passierten die Hefen anfänglich viermal die gleiche Actidionkonzentration (0,8; 1,6; 3,2 mg/l); dann aber, nachdem sie eine sehr schnelle Anpassungsfähigkeit zeigten, wurden sie nur noch 2 Passagen lang den gleichen Hemmstoffkonzentrationen ausgesetzt (6,4; 12,8 und 25 mg/l). Die Ergebnisse einiger repräsentativer Versuche sind in den Abbildungen 5–8 dargestellt. Den Kurven liegen die Mittelwerte aus je 2 Parallelansätzen zugrunde.

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen 2 weitere Phasen des Versuches. In beiden Fällen tritt beim Übergang zur nächsthöheren Konzentrationsstufe überhaupt keine Hemmung mehr auf. Durch die vorangegangenen Passagen in allmählich ansteigenden Actidionkonzentrationen hat sich die Hefe auch an hohe Konzentrationen dieses Hemmstoffes angepaßt. Sie ist im hohen Maße actidionresistent geworden. Schon nach der 12. Passage (Abb. 7) kann von einer konzentrationsabhängigen Actidionwirkung nicht mehr gesprochen werden.

Durch systematische Adaptation über 17 Passagen ist es also gelungen, die Weinhefe an eine Actidionkonzentration von 25 mg/l zu gewöhnen. Das ist ein ähnliches Ergebnis, wie es Middlekauf und Mitarb. durch Kreuzung erzielt haben.

Für die Inhibitorwirkung auf die Induktionsphase der Gärkurven bei der Weiterzüchtung in höheren Konzentrationsstufen bieten sich zwei Erklärungsmöglichkeiten, zwischen denen aber mit der verwendeten Versuchsanordnung nicht entschieden werden konnte. Zum einen ist es möglich, daß die zur Impfung verwendete „Actidionhefe“ eine größere Zahl verarmter und vermehrungsunfähiger Zellen enthält, also einen anderen Vitalitätsgrad besitzt als „Normalhefe“. Zum anderen kann aber auch an eine spezielle Hemmwirkung gerade in den ersten Phasen der Kultur gedacht werden, die der Organismus auch trotz vieler Passagen im hemmstoffhaltigen Medium nicht zu überwinden vermag.

4. Untersuchungen über die Art der Anpassung von Weinhefe an Actidion

Die bisherigen Versuche haben eine gesteigerte Resistenz der Weinhefe mit zunehmender Passagenzahl bei gleichen Actidionkonzentrationen und eine Anpassung an steigende Actidionkonzentrationen ergeben. Diese Resistenz kann verschiedene Ursachen haben. So überwinden beispielsweise bestimmte *Coli*-Arten hemmende Penicillinkonzentrationen dadurch, daß sie ein Enzymsystem, die Penicillinase, nachträglich ausbilden, die den Inhibitor an der Zelloberfläche abbaut (Tschesche, 1950). Wie Suomalainen (1950) und Lindgren (1945) durch die Gewöhnung von homozygoten Bäckerhefestämmen an Galaktose gezeigt haben, ist hierbei die Ausbildung eines solchen adaptiven Enzymsystems nicht genotypisch bedingt. Ein Vergleich zwischen der in den vorstehenden Abschnitten gezeigten Anpassung der Hefe an Actidion mit der von Scardovi beschriebenen enzymatisch bedingten SO_2 -Resistenz, läßt eine Analogie zwischen diesen beiden Anpassungsarten vermuten.

Die folgenden Untersuchungen sollten nun zeigen, ob es sich bei der Anpassung der Weinhefe an Actidion um eine Mutation oder um eine

Modifikation handelt. Der Versuchsanordnung zur Klärung dieser Frage lag nachfolgendes Schema zugrunde:

Hefe an 25 mg/l Actidion gewöhnt

hemmstofffreie Kulturlösung Rückimpfung nach Passieren der hemmstofffreien Kulturlösung in 25 mg/l Actidion



Eine Hefe, die gegen 25 mg/l Actidion weitgehend resistent geworden ist, wird mehrmals hintereinander in hemmstofffreie Nährlösung (A, B, C) geimpft. Nach jeder inhibitorfreien Passage wird sie dreimal hintereinander in eine Nährlösung mit einem Actidionzusatz von 25 mg/l zurückgeimpft (a₁, a₂, a₃; b₁, b₂, b₃; c₁, c₂, c₃).

Im Falle einer durch *Mutation* erworbenen Resistenz müßte diese auch nach mehreren Passagen über hemmstofffreie Nährlösung erhalten bleiben: die Entwicklung in a₃ müßte dann gleich der in c₃ sein. Es wäre sogar möglich, daß die resistente Hefe zum normalen Entwicklungs- und Stoffwechselablauf des Actidions bedarf: A, B, C müßten in diesem Falle stark gehemmt sein.

Zeigen hingegen die resistenten Hefen in den hemmstofffreien Passagen (A, B, C) keine Hemmung, wohl aber bei Rückimpfung in 25 mg/l Actidion, dann müßte es sich um eine *Modifikation* handeln.

Das Verhalten der Weinhefe in diesem Versuch wurde wieder mit Gärkurven ermittelt, welche in Abbildung 9 I–III dargestellt sind.

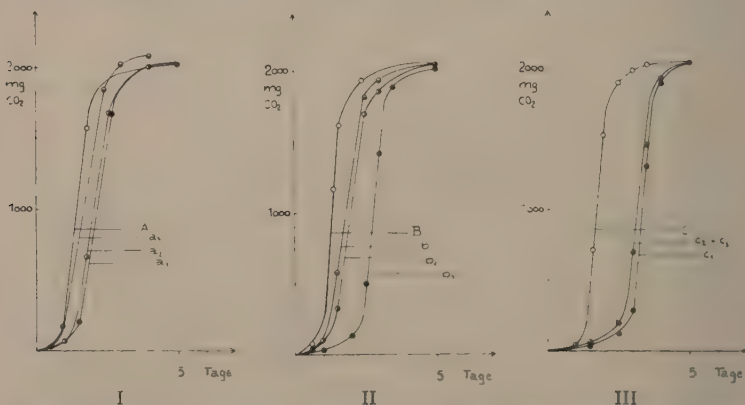


Abb. 9. Überprüfung der actidionresistenten Hefe in normaler Nährlösung mit anschließenden Passagen in 25 mg/l Actidion. Versuchsanordnung s. Text

Der Übersichtlichkeit wegen wurde auf die Wiedergabe der Kontrollkurven – Normalhefe in inhibitorfreiem Medium – verzichtet. Sie fallen mit den Kurven A, B und C zusammen. Daraus ergibt sich bereits, daß

die actidionresistente Hefe *nicht actidionbedürftig* ist. Auch die Rückimpfung in 25 mg/l Actidion nach einmaliger inhibitorfreier Passage läßt nur eine geringe Hemmstoffwirkung erkennen (Abb. 9/I).

Etwas anders liegen die Verhältnisse nach 2 hemmstofffreien Passagen (Abb. 9/II). Hier zeigt sich ein bereits deutlicher Hemmeffekt bei der ersten Rückimpfung (Kurve b_1), der jedoch in der 2. Passage wieder aufgehoben zu sein scheint (Kurven b_2 und b_3). Die Rückimpfungen nach 3 inhibitorfreien Passagen lassen eine noch deutlichere Inhibitorwirkung erkennen (Abb. 9/III); betrug die Zeitdauer bis zum Einsatz der linearen Phase der CO_2 -Kurve nach einer hemmstofffreien Passage 1–1,5 Tage, nach zwei derartigen Passagen 2–2,4 Tage, so ist die Induktionsphase der Kurve c_1 über 3 Tage hinaus verlängert worden. c_3 , das mit c_2 zusammenfällt, weicht hingegen von c_1 nicht wesentlich ab. In dieser Versuchsreihe benötigt die Hefe schon mehr als 3 Passagen in 25 mg/l Actidion, um die verlorengegangene Resistenz wieder in vollem Umfange zu erlangen.

Die dargestellten Resultate machen es wahrscheinlich, daß es sich bei der Actidionresistenz der Weinhefe um eine Modifikation und nicht um eine Mutation handeln kann. Durch viele Passagen in hemmstoffhaltigen Kulturlösungen haben sie sich an 25 mg/l Actidion gewöhnt. Sie verlieren die Anpassungsfähigkeit an diese Inhibitorkonzentration um so mehr, je öfter sie hemmstofffreie Kulturlösungen passieren.

5. Diskussion der Resistenzversuche

Die vorstehend beschriebenen Untersuchungen haben ergeben, daß die Weinhefe sehr rasch gegen Actidion resistent wird und daß sie allmählich an sehr hohe Konzentrationen dieses Hemmstoffes angepaßt werden kann. Actidion kann also als Stabilisator in der Weinbereitung keine Verwendung finden.

Während Middlekauf und Mitarb. (1957) eine ähnlich hohe Actidionresistenz durch Kreuzung heterozygoter Hefestämme erreichten, wobei die Hemmstoffresistenz dominant vererbt wurde, handelt es sich bei den in unseren Versuchen erhaltenen hochresistenten Weinhefen nicht um mutierte, sondern um modifizierte Stämme, da bei der Rückimpfung in hemmstofffreie Nährlösung die Resistenz schon nach wenigen inhibitorfreien Passagen sehr deutlich abnahm.

Über eine mutativ erworbene Resistenz bei Gewöhnung von *Saccharomyces cerevisiae* an LiCl, sowie an Phenol und Sublimat berichten Laskowski (1955) sowie Imshenetzki und Perowa (1955, 1957). Offenbar führt die Adaptation der Hefe an Li-Salze, von denen insbesondere LiCl als Konservierungsmittel dient, zu einer vererbaren Anpassung, während die Gewöhnung an antibiotische Substanzen, wie beispielsweise an Actidion, einer Modifikation gleichkommt. Andersartige Feststellungen wurden erst kürzlich von Lück und Rickerl (1959) an einem *Escherichia coli*-Stamm gemacht. Hier zeigten die Bakterienzellen eine modifikative Anpassung gegenüber Konservierungsmittelsalzen (Salicylsäure, Benzoesäure), während die Antibiotikaresistenz (Penicillin, Streptomycin) als echte Mutation aufgeklärt werden konnte. Bei ihren Bakterien vermuten Lück und Rickerl eine

komplexe Hemmung durch die organischen Säuren an verschiedenen aktiven Zentren der Zelle. Sehr wahrscheinlich stellt Actidion ebenfalls einen Inhibitor mit breitem Wirkungsspektrum dar. Die in der Weinwirtschaft benutzte schweflige Säure wird dagegen nach den Untersuchungen von Scardovi (1953, 1956) als Hemmstoff eines spezifischen Enzyms, des Coenzyms A, betrachtet.

Auch der bisher mehrfach vertretenen Auffassung, daß die steigende Actidionresistenz auf eine Anpassung der Gärungsenzyme zurückzuführen sei, muß an dieser Stelle widersprochen werden. Schon Kielhöfer und Aumann (1957) schlossen aus ihren Versuchen auf eine Hemmung der Hefevermehrung. Das wird durch die hier vorgelegten Ergebnisse bestätigt. Die bei Actidiongegenwart scheinbar gehemmte CO_2 -Bildung ist die Folge einer Vermehrungshemmung, vor allem in den ersten Gärungsphasen. Man darf wohl annehmen, daß insbesondere in den ersten Phasen der Anpassung an den Hemmstoff in den Ansätzen eine Anzahl von Zellen vorhanden ist, die sich nach einer Hemmung in der Induktionsphase ungehemmt vermehren. Die Actidionresistenz wäre dann als eine selektive Modifikation zu betrachten.

VII. Über den Wirkungsmechanismus von Actidion

Über den Wirkungsmechanismus des Actidions sind lediglich durch die Untersuchungen von Mefferd jr. und Loeffler (1954) einige Daten bei *Tetrahymena pyriformis* ermittelt worden. Sie fanden eine starke Hemmung der Atmung und der Gärung auf verschiedenen Mono- und Disacchariden. Auch die Aufnahme von Acetat, Ketoglutarat, Lactat, Malat, Pyruvat, Glutamat und Tryptophan wurde bei diesem Organismus gehemmt. Auf Grund dieser Resultate darf man sicher annehmen, daß Actidion keine spezifische Wirkung auf ein bestimmtes System ausübt, sondern vielmehr einen vielfältigen Wirkungsmechanismus besitzt. Die Untersuchungen von Kielhöfer und Aumann (1957), die keine Hemmung der Gärung, der Atmung, der Aufnahme anorganischen Phosphats und der Glykolyse durch Actidion bei Weinhefen ergaben, wurden durch die Arbeiten von van de Pol und Behrends (1958) im wesentlichen bestätigt. Nach Kielhöfer und Aumann und nach den Ergebnissen dieser Arbeit äußert sich die Inhibitorwirkung des Actidions in einer Vermehrungshemmung. Man muß also wohl in erster Linie an eine Hemmung aufbauender Prozesse denken. Da — wiederum nach Kielhöfer und Aumann — die Aufnahme der C-Quellen durch das Actidion nicht beeinflußt wird, schien es von Interesse, die N-Aufnahme und -assimilation bei Gegenwart von Actidion zu untersuchen.

Ähnliche Arbeiten liegen bereits über den Wirkungsmechanismus des Chloramphenicols bei *Escherichia coli* vor (Wissemann jr., Smaedel, Hahn und Hopp, 1954). Die Verff. berichteten über eine vollständige Hemmung der N-Assimilation durch bakteriostatische Chloramphenicolkonzentrationen bei ruhenden Zellsuspensionen. Geringere Konzentrationen erlaubten eine begrenzte N-Assimilation. Sie beobachteten weiter eine völlige Unterbindung der Proteinsynthese nach Zugabe

des Inhibitors zu schnell wachsenden Kulturen, wobei die Synthese der Ribonucleinsäure und der Desoxyribonucleinsäure nicht beeinflusst wurde. In neueren Untersuchungen gelang es dieser Forschergruppe (Hopp s. Mitarb. 1956) zu zeigen, daß Chloramphenicol nicht als Antagonist verschiedener Aminosäuren zu betrachten ist, da die Zugabe von Phenylalanin, Glykokoll, Tryptophan und Asparaginsäure die Wirkung des Hemmstoffes nicht aufzuheben vermochte.

1. Die Vermehrung der Weinhefe unter anaeroben und aeroben Bedingungen in Gegenwart von Actidion

Die Fähigkeit der Hefe, ihre Vermehrungsenergie sowohl aus der Atmung als auch aus der Gärung zu beziehen, erschien im Hinblick auf den Wirkungsmechanismus von Actidion insofern bedeutungsvoll, als der Atmungsprozeß viel ökonomischer arbeitet als die Gärung. In einem früheren Kapitel wurde bereits gezeigt, daß sich die Wirkung des Actidions in erster Linie auf die Adaptations- und die lag-Phase der Vermehrung erstreckt. Da in diesen Phasen die Energie durchaus noch aus der aeroben Atmung genommen werden kann, galt es zunächst, den Einfluß des Luftsauerstoffes auf die Vermehrungshemmung durch Actidion zu ermitteln.

Jedes Versuchsgefäß (Reagenzglas 25 ml, mit planparallelen Seiten) wurde mit 10 ml Kulturlösung nach Williams, 1 ml Actidionlösung oder dest. Wasser und 1 ml Hefesuspension (Anfangsdichte $0,27 \times 10^6$ Zellen/ml) beschickt. Die Endkonzentration des Hemmstoffes war 0,8 mg/l Actidion; sie war in Vorversuchen für Untersuchungen dieser Art als besonders geeignet befunden worden. Nach Herstellung weitgehend anaerober Bedingungen (s. Methodik) wurde bei 25° C bebrütet. Der Vermehrungsablauf wurde nephelometrisch im Pulfrich-Photometer bestimmt.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abbildung 10 dargestellt. Die Trübungswerte der Ordinate entsprechen dem Logarithmus der Zellzahl. Diese Darstellung läßt erkennen, daß die Vermehrung der Kontrollhefe unter sonst optimalen Ernährungsbedingungen sowohl unter aeroben als auch unter anaeroben Verhältnissen zunächst völlig gleich ist.

Bei Gegenwart von Actidion zeigen sich hingegen erhebliche Unterschiede zwischen aerob und anaerob gewachsenen Hefen. Im aeroben Versuch bemerkt man lediglich eine Hemmung der Vermehrung in der logarithmischen Phase. Unter anaeroben Bedingungen ist hingegen die Induktionsphase der Vermehrung stark verzögert. Anaerobiose scheint also die Inhibitorwirkung noch zu verstärken. Zur teilweisen Aufhebung der Hemmwirkung ist offenbar in der Induktionsphase die Atmung, bzw. die aus ihr durch den Organismus gewonnene Energie von Bedeutung.

Damit werden die Befunde von Kiehlöfer und Aumann (1957) ergänzt, die keine Hemmung der Atmung durch diesen Hemmstoff bei Weinhefen feststellten. Da aber die Kontrollen sowohl unter aeroben als

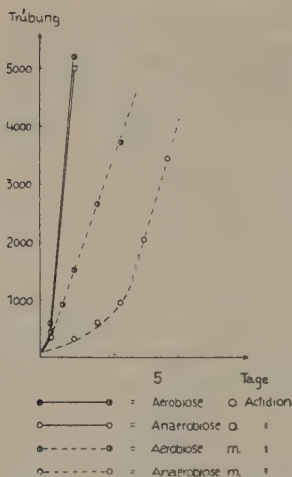


Abb. 10. Die Vermehrung der Hefe in Aerobiose und Anaerobiose, mit und ohne Actidion-zusatz (0,8 mg/l)

auch unter anaeroben Bedingungen keine Unterschiede in der Zellvermehrung zeigen, muß angenommen werden, daß gewisse anaerob ablaufende Lebensprozesse durch Actidion am stärksten gehemmt werden.

Bei den nachfolgenden Untersuchungen über den Einfluß des Actidions auf die N-Assimilation war es daher erforderlich, eine der beiden Energiequellen auszuschalten; das ist methodisch am leichtesten für die Atmung möglich.

2. Die Stickstoffaufnahme der Weinhefe in Gegenwart von Actidion und Sorbinsäure

Im Anschluß an die vorige Versuchsreihe wurde nun die N-Aufnahme der Weinhefe aus einer vollsynthetischen Kulturlösung untersucht, die zu gleichen Teilen (= 320 mg/l N) Ammoniumsulfat und Glutaminsäure als N-Quelle enthält. Neben Actidion wurde in diese Versuchsreihe auch das Konservierungsmittel Sorbinsäure miteinbezogen.

Die Versuche wurden mit 210 ml Kulturlösung nach Williams unter anaeroben Bedingungen im Erlenmeyerkolben durchgeführt. Die Hefeinsaat (48 Stunden alte, in Traubenmost vorgezüchtete Weinhefe) war $0,3 \times 10^6$ Zellen pro ml. Als Hemmstoffe wurden entweder 0,8 mg/l Actidion oder 10 mg/l Sorbinsäure zugesetzt. Wegen der unterschiedlichen Vermehrungsabläufe in den einzelnen Kulturgefäßen wurde die Bestimmung des N-Verbrauches aus der Nährlösung dann vorgenommen, wenn in den verschieden behandelten Kulturen möglichst gleiche physiologische Bedingungen herrschten. Als solche wurden die Zeitpunkte der beginnenden sichtbaren Gärung und der gerade beendeten CO_2 -Bildung genommen.

Tab. 9. Die Aufnahme von Amino- und $\text{NH}_4\text{-N}$ aus der Kulturlösung mit und ohne Actidion bzw. Sorbinsäure
(Prozentzahlen sind auf den assimilierten Gesamt-N der Kontrolle bezogen)

	$\text{NH}_4\text{-N}$		Amino-N		Gesamt-N	
assimilierter Stickstoff	mg	%	mg	%	mg	%
a. Kontrollhefe						
beginnende Gärung	2	6,3	7	21,8	9	28,1
beendete Gärung	15	46,7	17	53,3	32	100,0
b. Zusatz von 0,8 mg/l Actidion						
beginnende Gärung	6	18,7	4	12,5	10	31,2
beendete Gärung	15	46,7	8	25,0	23	71,7
c. Zusatz von 10 mg/l Sorbinsäure						
beginnende Gärung	5	15,6	4	12,5	9	28,1
beendete Gärung	10	31,2	9	28,1	19	59,3

Die in Tabelle 9 zusammengefaßten Analysenzahlen (Mittelwerte aus 2 parallelen Versuchsreihen) zeigen folgende Ergebnisse:

1. Die Gesamt-N-Aufnahme durch die Hefe wird bei den gewählten Hemmstoffgaben in allen Fällen vermindert. So bewirkt Actidion eine Verminderung der N-Aufnahme um 28,3 %, Sorbinsäure um 40,7 %.

2. Die hemmende Wirkung wird vorzugsweise in der zwischen beginnender und beendeter Gärung liegenden Phase sichtbar. Vorher assimilieren alle Kulturen annähernd die gleiche Menge an Gesamt-N (Kontrolle 9 mg; Actidion 10 mg; Sorbinsäure 9 mg). Während der Gärung verbrauchen die Kontrollhefen dann weitere 23 mg Gesamt-N, wogegen bei Actidionzusatz 13 mg und bei Sorbinsäurezusatz sogar nur 10 mg aufgenommen werden.

3. Die Hemmung der N-Aufnahme durch Actidionzusatz betrifft nur die organische N-Quelle. So werden bis zum Gärungsende nur 8 mg Amino-N assimiliert, während die Kontrollhefen bis dahin bereits 17 mg verbrauchen.

Dagegen scheint die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Aufnahme durch Actidion nicht gehemmt zu sein: sowohl die Kontrollhefen als auch die Hefen bei Actidion Gegenwart verbrauchen bis zum Gärungsende 15 mg. Bis zur beginnenden Gärung wird der verminderte Verbrauch von organischem Stickstoff im Actidionversuch offenbar durch erhöhte $\text{NH}_4\text{-N}$ -Aufnahme kompensiert.

Durch den Sorbinsäurezusatz wird auch die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Aufnahme vermindert. Bei beendeter Gärung waren 5 mg weniger $\text{NH}_4\text{-N}$ verbraucht worden als von der Kontrolle. In ähnlicher Weise wird aber auch die Amino-N-Aufnahme durch Sorbinsäure gehemmt; in Anwesenheit dieses Hemmstoffes werden nur 53 % des von den Kontrollkulturen aufgenommenen Amino-N assimiliert.

Nach beendeter Gärung wurde der Gesamt-N-Gehalt und die Trockensubstanz der Hefe bestimmt. In Tabelle 10 sind die Resultate zusammen-

gefaßt. Durch den Zusatz von Actidion und Sorbinsäure vermindert sich der Gesamt-N-Gehalt der Zellen gegenüber der Kontrollhefe um 22–25 %. Die Trockensubstanzbildung wird dagegen durch den Actidionzusatz nicht beeinflußt. Die Trockensubstanz ist aber naturgemäß deutlich N-ärmer. Das ergibt eine indirekte Bestätigung der Befunde von Kielhöfer und Aumann (1957), in denen gleichfalls Anhaltspunkte für eine Hemmung der C-Assimilation durch Actidion fehlten.

Tab. 10. Die Trockensubstanz und der Gesamt-N der Hefe nach beendeter Gärung mit und ohne Actidion bzw. Sorbinsäure

Versuchs- ansatz	aus d. Kulturlösung verbraucht. Gesamt-N (mg)	gebildete Trocken- substanz (mg)	N in der Trocken- substanz (mg)	N-Gehalt der Zellen (% vom Trocken- gewicht)
Kontrolle	32	299	31	10,4
Actidion 0,8 mg/l	23	297	24	8,1
Sorbinsäure 10 mg/l	19	257	20	7,8

In Gegenwart von Sorbinsäure werden hingegen nur 257 mg Trockensubstanz gebildet, also um 14 % weniger als bei der Kontrolle. Diese Substanzverminderung darf man wohl neben der gehemmten N-Assimilation auf eine zusätzliche Hemmung der C-Aufnahme durch Sorbinsäure zurückführen. Eine inhibierende Wirkung von Sorbinsäure auf die Gärung konnte bereits durch Vitagliano (1958) gezeigt werden. Da die Weiterverarbeitung des von den Zellen assimilierten N auch weitgehend vom C-Stoffwechsel abhängt, ist die hier beobachtete starke Hemmung der N-Assimilation aus beiden N-Quellen durchaus verständlich (vgl. Loomis, 1958).

3. Die Glutaminsäureassimilation der Weinhefe in Gegenwart von 0,8 mg/l Actidion

In einer weiteren Versuchsreihe wurde die Hemmwirkung des Actidions auf die N-Assimilation in einer Nährlösung untersucht, welche Glutaminsäure als alleinige N-Quelle enthielt (640 mg/l, pH 3,1). Diese Untersuchungen wurden ebenfalls unter anaeroben Bedingungen in der bereits beschriebenen Weise durchgeführt.

Die in Tabelle 11 dargestellten Ergebnisse sind Mittelwerte aus 2 parallelen Versuchsansätzen; ihre Reproduzierbarkeit konnte in einer weiteren gleichartigen Versuchsreihe gesichert werden.

Auch aus diesen Analysenergebnissen folgt wiederum eine deutliche Hemmung des Amino-N-Verbrauches. Während die Kontrollhefen insgesamt 19 mg N aufnahmen, wurden bei einem Zusatz von 0,8 mg/l Actidion nur 15 mg Amino-N aus der Nährlösung verbraucht. Die Zahlen lassen weiterhin erkennen, daß der in Anwesenheit von Actidion ver-

Tab. 11. Der Amino-N-Verbrauch aus der Nährlösung mit und ohne Zusatz von 0,8 mg/l Actidion (Analysen der Restnährlösung; Prozentzahlen sind auf den assimilierten Gesamt-N der Kontrolle bezogen)

assimilierter Stickstoff	Kontrolle		0,8 mg/l Actidion				Hemmung gegenüber Kontrolle (%)
	mg	%	mg	%	entst. $\text{NH}_4\text{-N}$	%	
beginnende Gärung	8	42,1	6	31,6	—	—	25,0
beendete Gärung	19	100,0	15	78,9	2	13,4	21,1

brauchte N nicht dem tatsächlich von den Hefen assimilierten Amino-N entspricht. Während der Gärung werden nämlich 2 mg (= 13 %) $\text{NH}_4\text{-N}$ gebildet. Dadurch beläuft sich die Gesamthemmung der Amino-N-Aufnahme auf 31,6 %. Auch hier zeigt sich also, daß die Amino-N-Assimilation am stärksten während der Gärung gehemmt wird, da bis dahin nur eine Verminderung der N-Aufnahme von 25 % beobachtet werden konnte. Die Bildung von $\text{NH}_4\text{-N}$ in der Nährlösung konnte weder bei den mit Actidionzusatz gewachsenen Hefen vor der Gärung, noch bei den Kontrollhefen während der ganzen Versuchsdauer festgestellt werden. Über die N-Bilanz nach beendeter Gärung berichtet Tabelle 12.

Tab. 12. Bestimmung der Trockensubstanz, des Gesamt-N-Gehaltes der Zellen und des aus der Kulturlösung verbrauchten N nach beendeter Gärung (Mittelwerte aus 2 parallelen Kulturen)

	a. d. Nährlösung verbr. Amino-N (mg)	gebildete Trockensubstanz (mg)	N in der Trockensubstanz (mg)	i. d. Nährlösung gebildeter $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg)	N-Gehalt der Zellen (% vom Trockengewicht)
Kontrolle	19	158	19	—	12,0
Actidion 0,8 mg/l	15	153	13	2	8,5

Wie oben zeigt sich auch hier kein wesentlicher Unterschied in der gebildeten Trockensubstanz der Kontrollhefe und der mit Actidionzusatz gewachsenen Hefe (Kontrolle 158 mg, mit Actidion 153 mg). Der gehemmten N-Aufnahme entspricht auch hier wiederum eine Verminderung des N-Gehaltes der Zellen um ca. 31 %.

4. Die papierchromatographische Untersuchung der Kulturlösungen

Wegen der Tatsache der sekundären $\text{NH}_4\text{-N}$ -Bildung während der Gärung im Actidionansatz schien eine papierchromatographische Untersuchung der Restnährlösungen der eben geschilderten Versuche auf etwa sekundär auftretende Aminosäuren wünschenswert.

Es wurde nach der im Abschnitt „Methodik“ (S. 26) beschriebenen Arbeitsweise verfahren; von den zu untersuchenden Restnährlösungen

wurden jeweils 0,27 ml auf den Papierstreifen aufgetragen. Nach der Trocknung (an der Luft) wurden die Chromatogramme mit einer 0,2 %igen Ninhydrinlösung (in wassergesättigtem Butanol-Eisessig, 93 : 7) entwickelt. Parallel zur Kulturlösung liefen verschiedene analysenreine Aminosäuren (Glutaminsäure, Asparaginsäure, Alanin, Glutamin und Asparagin).

In keiner der Restnährlösungen, also auch nicht bei den mit Actidion versetzten Kulturen, konnten irgendwelche Aminosäuren außer der als N-Quelle gebotenen Glutaminsäure entdeckt werden.

5. Diskussion der N-Assimilationsversuche

Bei gleichzeitiger Gabe von $\text{NH}_4\text{-N}$ und Amino-N (Glutaminsäure) hemmt Actidion (0,8 mg/l) unter anaeroben Bedingungen die Aufnahme des $\text{NH}_4\text{-N}$ nicht, während die Amino-N-Assimilation um mehr als 50 % vermindert wird. Der Gesamt-N-Gehalt der Zellen nimmt um 25 % ab. Es ergibt sich also eine einseitige Hemmwirkung des Actidions auf die Prozesse der N-Assimilation, die mit der Verarbeitung des Amino-N im Zusammenhang stehen. Ein weiterer Hinweis dafür kann in der Tatsache gesehen werden, daß bei Glutaminsäure als alleiniger N-Quelle unter Einwirkung von Actidion ca. 13 % $\text{NH}_4\text{-N}$ in der Nährlösung gebildet werden, während in den Kontrollkulturen kein Ammoniak nachzuweisen ist. Es bedarf weiterer Untersuchungen, um festzustellen, ob das sekundäre Auftreten von $\text{NH}_4\text{-N}$ in der Restnährlösung auf Exosmose, auf eine Desaminierung der Glutaminsäure an der Zelloberfläche (vgl. Kating, 1955) oder aber auf eine Autolyse einzelner Zellen zurückzuführen ist. Nach den Untersuchungen von Joslyn (1955), Joslyn und Vosti (1955) sowie von Kiehlöfer und Aumann (1958) ist eine Autolyse der Weinhefe stets mit einer Anreicherung verschiedener Aminosäuren im Kultursubstrat verbunden. Da bei der papierchromatographischen Aufarbeitung der Restnährlösung keine Aminosäuren außer Glutaminsäure gefunden wurden, darf man wohl eine Autolyse als Ursache für die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Bildung mit ziemlicher Sicherheit ausschließen.

6. Die papierchromatographische Untersuchung der freien Aminosäuren der Zelle

Bei allen durchgeführten N-Assimilationsversuchen hatte sich stets eine Verminderung des schließlichen Gesamt-N-Gehaltes der Zellen (um rund 25 %) gezeigt, wenn den Kulturlösungen 0,8 mg/l Actidion zugesetzt wurde (Tab. 10 und 12). Die engen Beziehungen zwischen dem Proteingehalt der Zelle und ihrem Reservoir an freien Aminosäuren (Gale und Folkes, 1953; Halverson, Fry und Schwemmin, 1955; Pfenniger, 1957 u. a.) ließen zunächst qualitative Untersuchungen über die Zusammensetzung der freien Aminosäuren wünschenswert erscheinen. Eventuelle Verschiebungen bei Zusatz von Actidion zur Kulturlösung würden einige Rückschlüsse auf den Wirkungsmechanismus dieses Inhibitors gestatten. Ähnliche Untersuchungen wurden bereits von Goldfarb (1957) an penicillinresistenten Staphylokokken durchgeführt.

Der für diese Untersuchungen benötigte Hefezellsaft wurde mittels des Zellhomogenisators MSK (s. a. Methodik) gewonnen. Vorversuche hatten gezeigt, daß durch tagelanges Zerreiben von Weinhefen mit Kieselgur oder Glaspulver im Mörser oder in der Kugelmühle oder durch Einfrieren der Zellen mit flüssigem O₂ nur eine sehr kleine Zahl von Zellen zerstört wurde. Um eventuell auftretende Unterschiede deutlicher werden zu lassen, wurde den Kulturen hier 1,6 mg/l Actidion zugesetzt. In diese Untersuchung wurde auch noch eine gegenüber 25 mg/l Actidion resistente Hefe miteinbezogen.

Zwischen den freien Aminosäuren der Kontrolle und der auf 1,6 mg/l Actidion gewachsenen Hefe waren keine Unterschiede festzustellen. In beiden Fällen wurden folgende Aminosäuren gefunden: Lysin, Asparagin (mit Ninhydrin braun gefärbt), Glutaminsäure, Alanin, Valin, Leucin und eine nicht sicher bestimmte Aminosäure (Rf 0,47), die zwischen Alanin und Valin lag. Ein Vergleich des Rf-Wertes mit den Literaturangaben ließ auf γ -Aminobuttersäure schließen.

Hingegen fehlten in der gegen 25 mg/l Actidion resistenten Hefe das Asparagin und die nicht sicher identifizierte Aminosäure. Ob es sich hierbei um eine spezifische Wirkung des Actidions handelt, so wie dies Goldfarb bei Penicillin für verschiedene Aminosäuren penicillin-resistenter Staphylokokken nachwies, konnte im Rahmen dieser orientierenden Versuche nicht aufgeklärt werden und bedarf noch weiterer Untersuchungen. Ebenso muß auch der Mengenanteil der einzelnen Aminosäuren in den verschiedenen Kulturen weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

7. Die Wirkung des Actidions auf die Glutaminsäure-Oxalessigsäure-Transaminase und auf die Glutaminsäure-Brenztraubensäure-Transaminase der Weinhefe

Als Grund für die Amino-N-Assimilation bei Actidionzusatz könnte man möglicherweise eine Hemmung der Transaminasewirkung vermuten. Transaminasegifte sind mehrfach von verschiedenen Autoren in Versuchen mit anderen Organismen erprobt worden (Braunstein und Kritsman, 1937; Meister, 1955; Braunstein und Azarkh, 1957; Garcia-Hernandez und Kum, 1957; usw.). Nach Braunstein und Azarkh (1957) und Meister (1955) ist die Wirkung dieser Gifte streng spezifisch.

Im folgenden wurde die Hemmwirkung von Actidion auf die Glutaminsäure-Oxalessigsäure-Transaminase (GOT) und die Glutaminsäure-Brenztraubensäure-Transaminase (GBT) untersucht. Es liegen folgende Reaktionsgleichungen zu Grunde:

1. Asparaginsäure + α -Ketoglutarsäure \rightarrow Oxalessigsäure + Glutaminsäure
2. Alanin + α -Ketoglutarsäure \longrightarrow Brenztraubensäure + Glutaminsäure

Diese beiden Reaktionen wurden deshalb ausgewählt, weil die Fa. Boehringer „Biochimica“ seit einiger Zeit die beteiligten Substanzen in geeigneter Präparateform liefert.

Der transaminasehaltige Zellsaft wurde in der im Abschnitt „Methodik“ beschriebenen Weise gewonnen. Vorversuche hatten gezeigt, daß durch eine Verdünnung der schwach trüben Zellsäfte mit doppelt destilliertem Wasser eine weitgehende Klärung erreicht wurde, so daß die spektrophotometrische Bestimmung nicht mehr gestört war. Trotz der verschieden starken Verdünnung des Zellsaftes, war noch eine deutlich meßbare Transaminaseaktivität vorhanden. Die Reaktionsgemische wurden nach den Angaben, die den Präparaten beigelegt sind, angesetzt. Als Stammlösung dienten:

a) Glutaminsäure-Oxalessigsäure-
Transaminase:

100 ml Asparaginsäure-Phosphatpufferlösung ($4,2 \times 10^{-2}$ mol Asparaginsäure und 0,1 mol Phosphatpuffer p_H 7,4)

2 ml 0,2 mol Na- α -Ketoglutarat; 1,5 ml 5×10^{-3} mol DPN \cdot H.

1 ml mit 0,5 mg Äpfelsäuredehydrogenase

b) Glutaminsäure-Brenztraubensäure-
Transaminase:

100 ml Alanin-Phosphatpufferlösung ($5,4 \times 10^{-2}$ mol Alanin und 0,1 mol Phosphatpuffer p_H 7,4)

3 ml 0,2 mol Na- α -Ketoglutarat; 1 ml $1,2 \times 10^{-2}$ mol DPN \cdot H

1 ml mit 0,25 mg Milchsäuredehydrogenase.

Es wurden nacheinander in die Teströhrchen pipettiert:

a) 2,3 ml Asparaginsäure-Phosphatgemisch; 0,05 ml DPN \cdot H; 0,05 ml Äpfelsäuredehydrogenase; 0,5 ml Hefezellsaft und 0,1 ml Wasser oder Actidionlösung.

b) 1,82 ml Alanin-Phosphatgemisch; 0,04 ml DPN \cdot H; 0,04 ml Milchsäuredehydrogenase; 1,0 ml Hefezellsaft und 0,1 ml Wasser oder Actidionlösung.

Die Reaktionslösungen wurden geschüttelt und für 15 Minuten in ein temperaturkonstantes Wasserbad (25° C) gestellt; in dieser Zeit der Vorinkubation reagieren Brenztraubensäure bzw. Oxalessigsäure und andere Substanzen des Zellsaftes mit der Milchsäure- bzw. Äpfelsäuredehydrogenase und den Enzymen der Hefe unter DPN-H-Verbrauch. Danach wurde 0,1 ml α -Ketoglutarsäure zugegeben, erneut gut durchgemischt und das Reaktionsgemisch in eine 10 mm-Küvette gegossen. Um eine Inaktivierung des Inhibitors bei p_H 7,4 möglichst zu verhindern, wurde Actidion erst nach der Vorinkubation gemeinsam mit der α -Ketoglutarsäure zugegeben.

Zunächst wurde die Aktivität des aus den Zellen gewonnenen unverdünnten Rohenzym bestimmt. Wie Abbildung 11 erkennen läßt, besitzt dieser unverdünnte Zellsaft eine hohe GOT-Aktivität. Dabei wird die Asparaginsäure sehr schnell zu Oxalessigsäure oxydiert, die wiederum durch das DPN-H sofort zu Äpfelsäure reduziert wird. Weder ein Zusatz von 4 mg/l Actidion noch von 40 mg/l vor der Vorinkubation zum unverdünnten Zellsaft vermag die GOT zu hemmen. Die Kurven unterscheiden sich kaum von der Kontrollkurve.

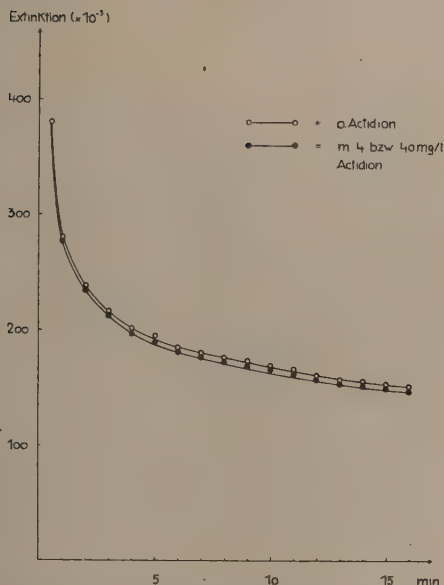


Abb. 11. GOT-Aktivitätsbestimmung. Unverdünnter Zellsaft, Actidionzusatz vor der Vorinkubation

Die Abbildungen 12 und 13 zeigen die Transaminaseaktivität bei verschieden starker Verdünnung des Zellsaftes und verschieden hohen Hemmstoffkonzentrationen. In Abbildung 12 ist die Extinktionsänderung durch die GOT unter normalen Bedingungen und bei einem Zusatz von 100 mg/l Actidion dargestellt. Die inhibierende Wirkung des Hemmstoffes auf die GOT dieses 1 : 4 verdünnten Zellsaftes beginnt nach ca. 40 Minuten und nimmt im weiteren Verlauf der Messungen kontinuierlich zu. Vorversuche mit geringeren Actidionkonzentrationen (20 und 40 mg/l) ließen unter sonst gleichen Bedingungen keine hemmende Wirkung bis zum Versuchsabbruch, 100 Minuten nach Beginn der eigentlichen Reaktion, erkennen. Auf die GOT scheint Actidion also nur in hohen Konzentrationen einen hemmenden Einfluß auszuüben.

Wie Abbildung 13 erkennen läßt, bewirkt dieselbe Actidionkonzentration (100 mg/l) auch eine Verminderung der GBT-Aktivität. Auch hier wurde der Hemmstoff nach der Vorinkubation dem Reaktionsgemisch beigegeben. 20 mg/l wirkten auch hier nicht mehr hemmend. Es ist wohl anzunehmen, daß trotz der Hemmstoffgabe erst beim eigentlichen Reaktionsbeginn ein großer Teil des Inhibitors bei pH 7,4 inaktiviert wird und daß es deshalb höherer Hemmstoffkonzentrationen bedarf, um überhaupt einen geringen Hemmeffekt zu erzielen.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die Aktivität der GOT und GBT in Hefezellsäften durch Actidion gehemmt wird.

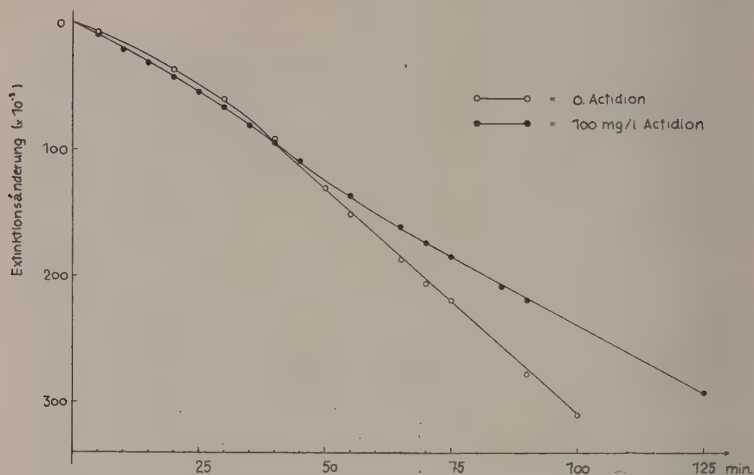


Abb. 12. GOT-Aktivitätsbestimmung. Zellsaft 1:4 verdünnt. Actidionzusatz nach der Vorinkubation

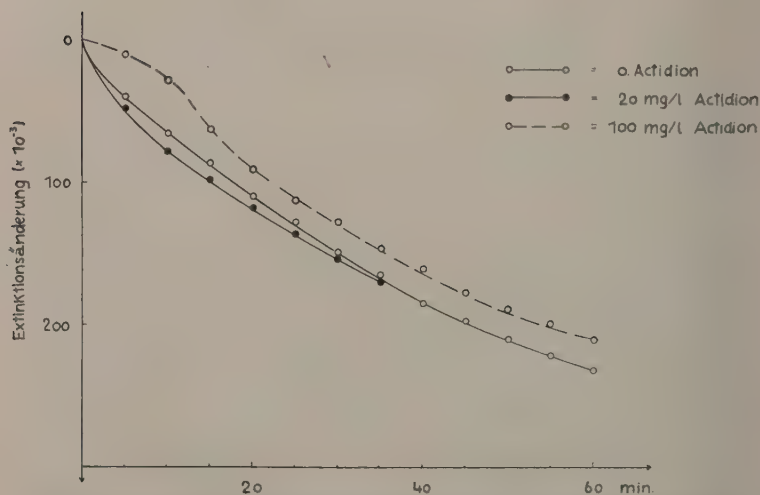


Abb. 13. GBT-Aktivitätsbestimmung. Zellsaft 1:3 verdünnt. Actidionzusatz nach der Vorinkubation

Hierfür ist aber eine Actidionkonzentration von mindestens 100 mg/l notwendig, während die N-Assimilation im Kulturversuch bereits durch 0,8 mg/l deutlich gehemmt wird. Es ist freilich zu berücksichtigen, daß bei dem für den optimalen Ablauf der Transaminierungsreaktion notwendigen pH -Wert von 7,4 das Actidion rasch inaktiviert wird.

Außerdem ist es denkbar, daß die Actidionwirkung auf die N-Assimilation auf einer Hemmung anderer, hier nicht geprüfter Transaminasensysteme beruht.

VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse

Es wurde die Wirkung von Actidion auf *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* Stamm „Zeltinger“ untersucht. Dabei ergab sich:

1. Actidion besitzt eine hohe Stabilität bei pH 5,3; bei pH 8,8 wird es schnell inaktiviert.
2. Allylsenfö, Salicylsäure, Captan und Deciquam bewirken keine statistisch gesicherte Veränderung der Zelllänge der Hefe; die Zellbreite wird durch Salicylsäure und Deciquam erheblich vermindert. Durch Zusatz von 0,8 bzw. 1,6 mg/l Actidion erfahren die Hefezellen eine beträchtliche, statistisch gesicherte Verkürzung und Verbreiterung, aber keine Volumveränderung.
3. Sowohl Actidion (3,2 mg und 50 mg/l) als auch Deciquam (10 mg/l) unterbinden die Sporulation der Weinhefe völlig; Captan (10 mg/l) ist ohne Wirkung auf die Sporenbildung.
4. Die Weinhefe kann in Traubenmost schnell an eine Actidionkonzentration von 3,2 mg/l Actidion gewöhnt werden.
5. In vollsynthetischer Nährlösung nach Williams gelingt es, die Hefe an steigende Actidionkonzentrationen zu adaptieren. Über 17 Passagen wurde sie schließlich gegenüber 25 mg/l Actidion resistent.
6. Actidion ist also zur Weinkonservierung nicht geeignet.
7. Die Actidionresistenz beruht auf einer Modifikation und nicht auf einer Mutation.
8. Es konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß sich die inhibierende Wirkung des Actidions bei Weinhefen, die erstmals in Gegenwart dieses Hemmstoffes gezüchtet wurden, auf die Adaptations- und lag-Phase, sowie auf die log.-Phase und die Phase der verlangsamten Vermehrung erstreckt. Bei weitgehend resistenten Hefen scheinen nur die ersten Vermehrungsphasen geringfügig gehemmt.
9. Unter anaeroben Verhältnissen wird die vermehrungshemmende Wirkung von Actidion verstärkt.
10. Bei gleichzeitiger Gegenwart von NH_4 -N und Glutaminsäure-N in der Nährlösung wird unter anaeroben Bedingungen vornehmlich die Aufnahme des letzteren durch Actidion gehemmt. In Glutaminsäurekulturen wurde bei Actidionzusatz eine NH_4 -Anreicherung in der Nährlösung beobachtet.
11. Durch Zusatz von Sorbinsäure (10 mg/l) wird sowohl die Assimilation des Amino-N als auch des NH_4 -N und wahrscheinlich auch die C-Assimilation gehemmt.
12. Actidion und Sorbinsäure vermindern den Gesamt-N-Gehalt der Weinhefe um ca. 25 %.

13. Actidion bewirkt keine zusätzliche Bildung von Aminosäuren in der Kulturlösung.
14. Die qualitative Zusammensetzung der freien Aminosäuren der Zellen wird durch 1,6 mg/l Actidion nicht verändert. Bei Hefen, die gegenüber 25 mg/l resistent geworden waren, fehlte unter den freien Aminosäuren Asparagin und vermutlich auch die γ -Aminobuttersäure.
15. Aus Weinhefe konnte die Glutaminsäure-Oxalessigsäure-Transaminase (GOT) und die Glutaminsäure-Brenztraubensäure-Transaminase (GBT) durch Homogenisation der Zellen gewonnen werden. Actidion vermindert die Transaminaseaktivität der GOT und der GBT nur dann, wenn es in Konzentrationen von 100 mg/l angewendet wird.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Maximilian Steiner, danke ich herzlich für die Leitung dieser Arbeit, für sein Interesse und seine wertvollen Ratschläge. Weiter bin ich Herrn Dr. Erwin Kielhöfer (Trier) für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und seine ständige Beratung, dem Weinbaulichen Forschungsring des Ministeriums für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz für die Gewährung von Forschungsmitteln zu großem Dank verpflichtet. Auch den Herren Dr. H. Kating und Dr. H. Aumann danke ich für wertvolle Ratschläge.

IX. Literaturverzeichnis

- Bertini, S., Influenza del mezzo culturale sull'aspetto morfometrico di due specie di lieviti. *Annal. Faco. Agraria, Pisa* **15**, 153 (1954).
- Braunstein, A. E., und R. M. Azarkh, (The effect of the depression of transamination reactions of the synthesis of amino acids in liver slices and homogenates). *Biokhimiya* **22**, 430 (1957) (russ.); (Ref.: Chem. Abstr. **51**, 11 421 d, 1957).
- , und M. G. Kritsman, (Amino acid formation by intermolecular transfer of aminogroups. I. The metabolism of I(+)-glutamic acid in muscel tissue). *Ebenda*, **2**, 242 (1937) (russ.); (Ref.: Chem. Abstr. **31**, 5418, 1937).
- Brown, R., and E. L. Hazen, Production of actidion by *Streptomyces noursei*. *Antibiotics Ann.* 245 (1955/56).
- Füsser, H., und E. Flach, Zum Problem der biologischen Betriebskontrolle mit und ohne Actidion. *Brauwelt* **95**, 653 (1955).
- Gale, E. F., and J. P. Folkes, Assimilation of amino acids by bacteria. XIV. Nucleic acid and protein synthesis in *Staphylococcus aureus*. *Biochem. J.* **53**, 483 (1953).
- Garcia-Hernandez, M., and E. Kum, Inhibition of enzymatic transamination of aspartic acid by hydroxy — aspartate 2,3 — diamino succinate and 1,3 — aminopropionate. *Biochimic. biophys. Acta (Amsterdam)* **24**, 78 (1957).
- Giri, K. V., and N. A. N. Rao, A technique for the identification of amino acids separated by circular paper chromatography. *Nature (London)* **169**, 923 (1952).

- Goldfarb, M. M., Changes in amino acid composition of *Staphylococci* during development of resistance to penicillin. *Antibiotiki* **2**, 35 (1957).
- Green, S. R., and P. P. Gray, Differential procedure applicable to bacteriological investigation in brewing. *Arch. Biochem. Biophys.* **32**, 59 (1951).
- Halvorson, H. O., W. Fry and D. Schwemmin, A study of the properties of free amino acid pool and enzym synthesis in yeast. *J. Gen. Physiol.* **38**, 549 (1955).
- Hoffmann-Ostenhof, O., und H. Fellner-Feldegg, Über die nephelometrische Bestimmung des Wachstums der Mikroorganismen. *Osterr. Chem.-Ztg.* **50**, 68 (1949).
- Hopps, H. E., C. L. Wisseman jr., F. E. Hahn, J. E. Smadel and R. Ho, Failure of selected natural metabolites to reverse antibiotic action. *J. Bacteriol.* **72**, 561 (1956).
- Imschenetzki, A. A., and K. Z. Perowa, (Acclimatization of yeasts to poisons). *Mikrobiologiya* **24**, 147 (1955) (russ.); (Ref.: Chem.-Abstr. **49**, 16 066 h, 1955).
- , —, (Morphological and physiological properties of yeasts adapted to phenol or mercuric chloride). *Ebenda*, **26**, 297 (1957) (russ.); (Ref.: Chem. Abstr. **51**, 18 121a, 1957).
- Ingram, M., An introduction to the biology of yeasts. London, Pitman a. Sons, LTD. 1955.
- Janke, A., und H. Zikes, Arbeitsmethoden der Mikrobiologie. Dresden 1928.
- Joslyn, M. A., Chemical and cytological changes involved in autolysis. *Wallerstein Lab. Communic.* **18**, 107 (1955).
- , and D. C. Vosti, Factors influencing the rate and extent of autolysis. *Ebenda*, **18**, 191 (1955).
- Kating, H., Über die Aktivität der Zelloberfläche bei der Assimilation von Amino- und Amidstickstoff durch *Endomycopsis vernalis*. *Arch. Mikrobiol.* **22**, 368 (1955).
- Kielhöfer, E., Die Wirkung antibiotischer Stoffe auf die Weingärung. *Dtsch. Weinzeitung* **89**, „Wein u. Rebe“ **35**, 638 (1953).
- , und H. Aumann, Untersuchungen über die Wirkung des Antibiotiums Actidion auf Hefe im Vergleich mit anderen fungitoxischen Substanzen. *Ztschr. Lebensm.-Unters. u. Forsch.* **105**, 283 (1957).
- , —, Die Wirkung der Hefe nach der Gärung auf den Wein. *D. Wein-Wissenschaft* **2**, 1 (1958).
- Kleyn, J. G., A study of some environmental factors controlling sporulation of yeast using a new sporulation medium. *Wallerstein Lab. Communic.* **17**, 91 (1954).
- Lachecka, B., (Effect of sulfurous acid on the preserved medium and on yeast cells). *Przemyst Spozywczy* **11**, 151 (1957) (tschech.); (Ref.: Chem. Abstr. **51**, 1419, 1957).
- Lafourcade, S., Contribution à l'étude des activateurs et des inhibiteurs de la fermentation alcoolique des mouts de raisin. Thèse Ingenieur-Docteur (Bordeaux). *Ann. Technol. agric.* **3**, 289 (1954).
- Laskowski, W., Resistance of *Saccharomyces* to high concentrations of lithium chloride. *Science* **121**, 299 (1955).

- Leach, B. E., J. H. Ford and A. J. Whiffen, Actidione, an antibiotic from *Streptomyces griseus*. *J. Am. Chem. Soc.* **69**, 474 (1947).
- Linskens, H. F., Papierchromatographie in der Botanik. 1. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955.
- Lindegren, C. C., Yeasts genetics. Life cycles, cytology, hybridization, vitamin synthesis, and adaptive enzymes. *Bact. Abstr.* **9**, 11 (1945).
- Linzenmeier, G., Zur Bewertung einer vereinfachten Hemmhofmethode. *Zentr. Bakteriologie. I. Orig.* **167**, 327 (1956).
- Loomis, W. D., The synthesis of amino acids in plants. *Handb. Pflanzenphysiol.* **VIII**, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958.
- Lück, H., und E. Rickerl, Resistenzsteigerung von *Escherichia coli* gegenüber Konservierungsmitteln und Antibiotica. *Ztschr. Lebensm.-Unters. u. Forsch.* **109**, 322 (1959).
- Mefferd jr., R. B., and J. B. Loeffler, Inhibition of respiration in *Tetrahymena pyriformis*. *Physiol. Zool.* **27**, 115 (1954).
- Meister, A., Transamination in amino acid metabolism. *Feder. Proc.* **14**, 683 (1955).
- Merkenschlager, M., K. Schlossmann und W. Kurz, Ein mechanischer Zellhomogenisator und seine Anwendbarkeit auf biologische Probleme. *Bioch. Ztschr.* **329**, 332 (1957).
- Middlekauf, J. E., S. Hino, S. Ping-Yang, G. Lindegren and C. C. Lindegren, Gene control of resistance against sensitivity to cadmium in *Saccharomyces*. *J. Bacteriol.* **72**, 796 (1956).
- , —, —, —, —, Gene control of resistance vs. sensitivity to actidione in *Saccharomyces*. *Genetics* **42**, 66 (1957).
- Miller, J. J., J. Calvin and J. H. Tremaine, Certain factors influencing sporulation of *Saccharomyces cerevisiae*. *Can. J. Microbiol.* **1**, 560 (1955).
- Minarik, E., (Selektion von SO₂-resistenten Hefen und ihre Verwendung bei der Gärung von geschwefelten Mosten). *Kvasny prumysl* **II/8**, 183 (1956) (tschech.); (Ref.: Mitt. Klosterneuburg 1956, S. 329).
- Morimoto, M., H. Oku and K. Nakamura, Antibiotic in plant disease control. 1. Screening test for antifungal actinomycetes; purification and cultivation of a antibiotic produced by A-67 strain. *Ann. Rept. Takamine Lab.* **7**, 183 (1955).
- Muralt, A. v., *Praktische Physiologie*. 2. Aufl. Berlin 1944.
- Pazonyi, B., Studies on sporulation in yeasts and some problems of improving yeast strains. A method of the submerged culture type for including mass ascospore formation in yeasts. *Acta microbiol. (Budapest)* **1**, 49 (1954).
- Pfenniger, N., Freie- und Hydrolysataminosäuren in vegetativen Zellen und Sporen von *Bacillus subtilis*. *Arch. Mikrobiol.* **26**, 345 (1957).
- Peynaud, E., Untersuchungen über die Hemmung von *Saccharomyces cerevisiae* durch Actidion. *C. r. Sci. Acad. (Paris)* **235**, 1163 (1952).
- , et S. Lafourcade, Action de quelques antibiotiques sur les levures alcooliques. *Ebenda*, **236**, 1924 (1953).
- , —, et M. Lafon, Action de nouveaux antibiotiques antifongiques sur les levures de vins. *Ebenda*, **244**, 2426 (1957).

- Raible, K., und G. Busch, Über den Einfluß unterschwelliger Konservierungsmittelkonzentrationen auf die Vermehrung der Hefe. Zentrabl. Bakteriologie II. Abt. **110**, 172 (1957a).
- , —, Über den Einfluß des Alters von Hefepopulationen auf den Atmungs- und Gärungsstoffwechsel während der Induktionsphase. Naturwissenschaften **44**, 355 (1957b).
- Saller, W., Mikrobiologische Untersuchungen über das Fungizid Captan. Weinberg u. Keller **2**, 234 (1955).
- Scardovi, V., Resistance of yeasts to sulfur dioxide. I. First investigations on the mechanism of resistance to sulfur dioxide. Ann. Microbiol. **4**, 131 (1951). (Ref.: Chem. Abstr. **46**, 7616 i, 1952).
- , Resistance of yeasts to sulfur dioxide. II. Resistance and glutathione content of the descendants obtained through monospore isolation from the stock used. Ebenda, **5**, 5 (1952).
- , Resistance of yeasts to sulfur dioxide. III. Influenza de NaHSO_3 su alcune funzioni metaboliche de ceppo originario e del ceppo assuefatto. Ebenda, **5**, 140 (1953).
- , Resistance of yeasts to sulfur dioxide. IV. Azione de solfito sull'attivazione enzimatica dell'acido acetico in *Saccharomyces cerevisiae*. Ebenda, **7**, 30 (1956).
- Schanderl, H., Antibiotika und Weinhefe, sowie neue Einblicke in den Wuchsstoff- und Schwefelhaushalt der Weinhefen. Dtsch. Weinzeitung „Wein u. Rebe“ **90**, 342 (1954).
- Schellhorn, M. v., Hemmende und abtötende Wirkung von Konservierungsmitteln. Arch. Mikrobiol. **19**, 30 (1953).
- , Über die Resistenz von Hefezellen gegenüber Konservierungsmitteln. Ztschr. Lebensm.-Unters. u. Forsch. **107**, 212 (1958).
- Schormüller, J., und W. Gellrich, Das Vorkommen freier Aminosäuren und verschiedener Transaminasen im reifenden Sauermilchkäse. Ztschr. Lebensm.-Unters. u. Forsch. **103**, 291 (1956).
- Suomalainen, H., Über die Anpassung der Backerhefe an Galaktose. Arch. Mikrobiol. **14**, 154 (1950).
- Szilvinyi, A., und H. Klaushofer, Die antibiotische Wirkung des Actidions. Mitt. Versuchsstation Gärungsgewerbe **8**, 101 (1954).
- Tschesche, R., Über den biochemischen Wirkungsmechanismus einiger Chemotherapeutika und Antiseptika. Angew. Chem. **62**, 153 (1950).
- van de Pol, J. H., and W. Behrends, The phosphate metabolism of yeast. Rec. trav. chim. **77**, 719 (1958).
- Vas, K., Turbidimetric measurement of microbial density. Acta Microbiol. (Budapest) **2**, 203 (1955a).
- , Kinetic studies of the factors influencing microbial growth. Ebenda, **2**, 215 (1955b).
- Verona, O., e G. Picci, Intorno all'azione inhibitoria dell'actidione sui lieviti della fermentazione vinaria. Atti accad. naz. Lincei **14**, 680 (1953).
- Vitagliano, M., Ricerche sull'acido sorbico in Enologia. Riv. Viticolt. e Enologia **11**, 15 (1958).
- Werkmann, C. H., and P. W. Wilson, Bacterial Physiology. New York: Acad. Press 1951.

- Whiffen, A. J., The production, assay and antibiotic activity of actidione, an antibiotic from *Streptomyces griseus*. J. Bacteriol. **56**, 283 (1948).
- , N. Bohonos, and R. L. Emerson, 1946, zit. nach Whiffen. Ebenda.
- Wikén, T., und O. Richard, Untersuchungen über die Physiologie der Weinhefen. Ant. v. Leeuwenhoek **17**, 209 (1951).
- Wisseman jr., C. L., J. E. Smadel, F. E. Hahn and H. E. Hopps, Action of chloramphenicol on assimilation of ammonia and on synthesis of proteins and nucleic acids in *Escherichia coli*. J. Bacteriol. **67**, 662 (1954).

Aus dem Pflanzenschutzamt Kiel

Über die Auswertung von pflanzenschutzlichen Versuchen. Teil II und III

Von

Friedrich Bolle

Teil I

siehe diese Zeitschrift **27**, 1953. 16—23.

Dort wurde für die Messung der Wirkung eines Pflanzenschutzmittels eine Methode zur Herstellung von Wertklassen I bis V angegeben, die dem heutigen hohen Wirkungsgrad von Pflanzenschutzmitteln angepaßt werden können und bei hohen Wirkungsgraden eine scharfe Bestimmung unter Verringerung der Rechenarbeit gestatten, wofür bei niederen Wirkungsgraden (die zur Zeit ohne Bedeutung sind) eine weniger scharfe Abschätzung in Kauf genommen werden kann. Maercks hat inzwischen gezeigt, daß die Methode die Varianzanalyse gestattet.

Die folgenden beiden Teile sollen gleichfalls der Verminderung der Rechenarbeit dienen.

Teil II

Über die Abbottsche Formel und verwandte Formeln

1. Deduktion

Für die Abbottsche Formel und die ihr verwandten Formeln zur Bestimmung des Wirkungsgrades schlage ich folgende Ableitung vor:

Man gehe von zwei Grundannahmen aus:

1. Der Bestand an Versuchsobjekten (die „Population“) hätte sich in Behandelt genau so entwickelt (verringert, vermehrt, in der anteiligen Zusammensetzung seiner verschiedenen Stadien verändert) wie in Unbehandelt, wenn nicht das Pflanzenschutzmittel eingegriffen hätte.
2. Das Pflanzenschutzmittel legt durch seine Wirkung einen Schnitt durch den Bestand in Behandelt, der alle Teile des Bestandes in gleichem Maße trifft, d. h. z. B. junge wie alte, lebenskräftige wie schwächliche oder kränkelnde Tiere, soweit eben solche Unterschiede in dem als gleichartig ausgesuchten Versuchsmaterial vorhanden sind.

Der Anfangsbestand b in Behandelt wäre nach der ersten Annahme — in dem Maße wie sich der Anfangsbestand u in Unbehandelt zu $U = u \cdot U/u$ am Ende des Versuches verändert hätte — von b in $b \cdot U/u$ übergegangen. Was von diesem vermuteten Bestande $b \cdot U/u$ infolge der Einwirkung des Pflanzenschutzmittels übrigbleibt, messen wir (zählen wir aus) als Endbefall B . Das Verhältnis von B zu dem vermuteten Bestande, also $B : b \cdot U/u$, stellt die restliche Unwirksamkeit des Pflanzenschutzmittels dar; der Wirkungsgrad ist daher

$$w = 1 - \frac{B u}{b U} = \frac{b U - B u}{b U}.$$

Die Werte u , b , U , B sind absolute Zahlen und keine Verhältnis- oder Prozentzahlen.

Um recht deutlich zu machen, daß in den Formeln wirklich die zweite Annahme steckt, gebe ich folgende graphische Darstellung nebst Anleitung:

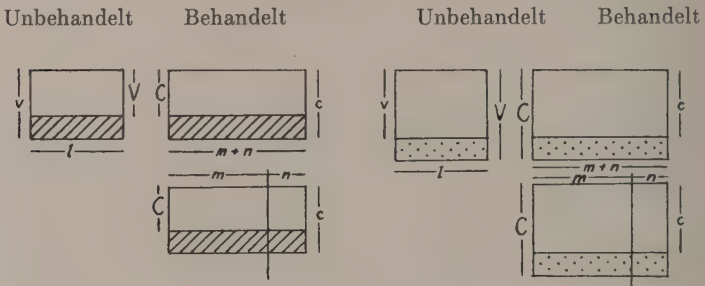


Abb. 1

Hierin bedeuten

schraffierte Flächen: „natürliche“ Sterblichkeit in der Population;

punktierte Flächen: Bestandeszunahme bis zum Ende des Versuchs in Unbehandelt bzw. Behandelt;

senkrechte Linie: links von ihr Abtötung durch das Pflanzenschutzmittel, rechts von ihr restliche Unwirksamkeit.

Alle direkt meßbaren (zählbaren) Größen werden in dem Schema durch geradlinig rechtwinklig begrenzte Flächen dargestellt. Der Anfangsbefall in Unbehandelt ist $u = v \cdot l$, in Behandelt $b = (m + n) \cdot c$; der Endbefall (Lebende, Überlebende) in Unbehandelt ist $U = V \cdot l$, in Behandelt $B = n \cdot C$.

Der Wirkungsgrad des Pflanzenschutzmittels wird nach der zweiten Grundannahme durch das Verhältnis $w = m/m + n$ dargestellt. Nach der ersten Grundannahme soll die vermutete unbeeinflusste Bestandsänderung in Behandelt ebenso verlaufen wie die in Unbehandelt, d. h.

$$\frac{(m + n) \cdot c}{(m + n) \cdot C} = \frac{1 v}{1 V} = \frac{u}{U}.$$

Es ist $(m + n) \cdot c = b$, also

$$\frac{b}{(m + n) \cdot C} = \frac{u}{U}.$$

$(m + n) \cdot C$ stellt den vermuteten Endbefall in Behandelt dar, wenn das Pflanzenschutzmittel nicht eingegriffen hätte.

Drei Glieder der Proportion sind meßbar (auszählbar). Ferner ist meßbar $B = n \cdot C$; daher $C = B/n$, also

$$\frac{n \cdot b}{(m+n) \cdot B} = \frac{u}{U}, \quad \frac{n}{m+n} = \frac{u \cdot B}{b \cdot U}.$$

$n/m + n$ ist, wie aus dem Schema ersichtlich, der vom Pflanzenschutzmittel nicht abgetötete Teil des vermuteten Endbestandes, auf diesen bezogen, also die restliche Unwirksamkeit. Der Wirkungsgrad ist das Komplement zu 1 dazu, also

$$w = \frac{m}{m+n} = \frac{m+n-n}{m+n} = 1 - \frac{n}{m+n} = 1 - \frac{u \cdot B}{b \cdot U} = \frac{b \cdot U - u \cdot B}{b \cdot U},$$

worin u , U , b , B die direkt meßbaren (zählbaren) Größen in ihren absoluten Werten sind. Zu dieser Grundformel führen die beiden Annahmen.

2. Die Formel von Abbott

$$\text{Es war } w = 1 - \frac{u \cdot B}{b \cdot U},$$

$$\text{also } w = 1 - \frac{B:b}{U:u} = \frac{U:u - B:b}{U:u}.$$

$U:u$ bzw. $B:b$ geben an, auf das Wievielfache der Anfangsbefall in Unbehandelt bzw. Behandelt gestiegen oder gesunken ist. Gewöhnlich drückt man diese Befallsänderungen in % der Ausgangswerte aus. Bezeichnet man abkürzungshalber

$$\frac{U}{u} \cdot 100 \text{ mit } U\% \text{ und } \frac{B}{b} \cdot 100 \text{ mit } B\%,$$

so wird

$$w = \frac{U\% - B\%}{U\%} = 1 - \frac{B\%}{U\%}$$

oder, wenn auch w in % ausgedrückt werden soll,

$$w\% = \frac{U\% - B\%}{U\%} \cdot 100.$$

So erscheint die Grundformel in der Gestalt der Abbottschen Formel.

Hat man als Anfangsbefall in Unbehandelt und Behandelt die gleiche Anzahl von Tieren, so ist $u = b$ und daher

$$w = \frac{U - B}{U},$$

wobei U und B die absoluten Zahlen sind.

3. Die Formel von Schneider

$$w\% = \frac{b - k}{100 - k} \cdot 100.$$

Die Werte b und k gewinnt man, wenn man am Ende des Versuches nicht die Anzahl der Lebenden (Überlebenden), sondern die der Toten feststellt und prozentual auf die Anfangsbestände bezieht. Daher be-

deutet hier $b = 100 - B\%$ in unserer Darstellung, $k = 100 - U\%$. Also

$$w\% = \frac{100 - B\% - (100 - U\%)}{100 - (100 - U\%)} \cdot 100 = \frac{U\% - B\%}{U\%} \cdot 100,$$

identisch mit der Abbottschen Formel.

4. Die Formel von Henderson & Tilton

$$w\% = 100 \left(1 - \frac{T_a \cdot C_b}{T_b \cdot C_a} \right),$$

also

$$w = 1 - \frac{T_a \cdot C_b}{T_b \cdot C_a},$$

um nicht mit den für die Darstellung der Formel unhandlichen $\%$ -Werten zu arbeiten. Es bedeuten

$$C_a = U, C_b = u, T_a = B, T_b = b,$$

daher

$$w = 1 - \frac{B u}{b U} = \frac{b U - u B}{b U},$$

identisch mit der Grundformel.

Der Bruch $\frac{T_a \cdot C_b}{T_b \cdot C_a}$ ist die oben in der Deduktion dargestellte restliche Unwirksamkeit.

5. Die Formel von Sun und Shepard

$$w\% = \frac{P_t + P_c}{100 + P_c} \cdot 100.$$

Hierin bedeutet P_t die mittels Auszählung der Lebenden berechnete prozentuale Mortalität in Behandelte,

$$P_t = \frac{b - B}{b} \cdot 100,$$

und P_c die prozentuale Populationsänderung in Unbehandelte,

$$P_c = \frac{U - u}{u} \cdot 100.$$

P_c wird von selbst positiv oder negativ, je nachdem $U >$ oder $< u$ ist. Nach passender Entfernung des Faktors 100 geht $w\%$ in w über und es wird

$$\begin{aligned} w &= \frac{\frac{b - B}{b} + \frac{U - u}{u}}{1 + \frac{U - u}{u}} = \frac{\frac{u(b - B) + b(U - u)}{b u}}{\frac{b u + b(U - u)}{b u}} = \frac{u b - u B + b U - u b}{b u + b U - u b} = \\ &= \frac{b U - u B}{b U}, \end{aligned}$$

identisch mit der Grundformel. Sun und Shepard gehen nicht un-

mittelbar mit den gemessenen (gezählten) Werten u , b , U , B in die Formel ein, sondern verarbeiten sie erst zu den Ausdrücken P_t und P_c .

6. Diskussion

Die bisher behandelten Formeln sind alle völlig identisch; keine berücksichtigt etwas, was nicht schon in den anderen auch berücksichtigt wäre. Keine liefert eine größere Genauigkeit als eine der anderen. Sie unterscheiden sich nur darin, wie sie das vom Versuch gelieferte Material zum Eingang in die Formel auszählen und zusammenfassen.

Die obengenannten Autoren, die die Formeln aufgestellt oder angewandt haben, haben Wert darauf gelegt, daß das Experiment deren Gültigkeit bestätigt. Auch Unterstenhöfer (1957), dem ich in der Auswahl der Formeln gefolgt bin, hebt das hervor. Daß sie alle dieselbe Formel für geeignet zur Darstellung der experimentellen Ergebnisse halten, bedeutet, daß die Formel unseren heutigen Kenntnissen und Anschauungen gerecht wird. Die oben vorgeschlagene mathematische Herleitung der Grundformel zeigt, daß die Dinge so „sein müssen“, wenn die beiden Grundannahmen gelten. Diese geben also unsere heutige Anschauung wieder.

Man kann sich vorstellen, daß eine zukünftige weitere Verschärfung der Bestimmung des Wirkungsgrades durch eine Änderung der Grundannahmen erreicht werden kann. Am ersten scheint die zweite Grundannahme verändert werden zu können, sei es, daß schwächliche oder kränkliche Tiere zahlreicher vom Pflanzenschutzmittel abgetötet werden als kräftige oder gesunde, sei es, daß die in der Population vorhandenen oder im Laufe des Versuches entstehenden verschiedenen Stadien in verschiedenem Maße vom Mittel angegriffen werden. An der ersten Grundannahme wird man lange festhalten müssen. Sie fordert vom Versuchsansteller, nach aller Möglichkeit dafür zu sorgen, daß alle Eigenschaften der Glieder der Population in Behandelt wie in Unbehandelt gleichmäßig verteilt sind.

Dem Grunde nach verschieden von den bisher behandelten Formeln ist die von Riehm:

$$w = \frac{C - T}{A}.$$

Um diese Formel mit der oben aufgestellten Grundformel zu vergleichen, kann man setzen

$$C = U, T = B.$$

A bedeutet die Anzahl der Versuchstiere und hat nur Sinn, wenn in jeder Parzelle bei Versuchsbeginn die gleiche Anzahl Tiere, also

$$A = u = b$$

war. Dann wird

$$w = \frac{U - B}{u}.$$

Die mit unserer Grundformel identische Abbottsche Formel lautet in der Fassung für gleichen Anfangsbefall in Behandelt und Unbehandelt

(abgesehen davon, daß man ungleiche Parzellengrößen durch prozentuale Veränderung auf gleiche transformieren kann)

$$w = \frac{U - B}{U}$$

Sie geht in die Riehmsche Formel über, wenn man noch $U = u$ setzt, d. h. wenn man keine natürliche Veränderung der Population zuläßt. Dann wird sogar, weil $U = u = b$,

$$w = \frac{b - B}{b}$$

d. h., man könnte die Wirkung ohne eine unbehandelte Parzelle feststellen. Man würde sogar — aber immer unter der Voraussetzung, daß sich die Population auf natürliche Weise nicht ändert — Werte erhalten, die nach unserer heutigen Auffassung genau sind. Hierher gehört auch das Beispiel, das U n t e r s t e n h ö f e r 1949 erwähnt. Es wird da mit der Formel $b - B/b$ gearbeitet, allerdings trotz der beobachteten Änderung in Unbehandelt, und daher fehlerhaft.

Zwei Diagramme mögen das beispielsweise erläutern. Man darf davon ausgehen, daß Unbehandelt und Behandelt zu Anfang die gleiche Anzahl Versuchstiere hatten. Nun setze in Unbehandelt eine gewisse Sterblichkeit ein, eine gleiche werde in Behandelt angenommen. In Behandelt erscheint außerdem zusätzliche Sterblichkeit als Abtötung durch das Pflanzenschutzmittel.

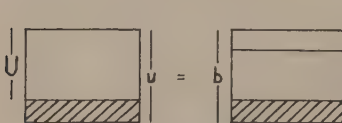


Abb. 2

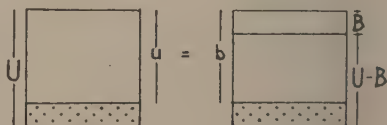


Abb. 3

Wenn $w = U - B/u$ gesetzt wird, so liegt es auf der Hand, daß selbst bei völliger Abtötung in Behandelt, also $B = 0$, niemals eine 100 %ige Wirkung erkannt werden kann, sofern in Unbehandelt irgendeine, noch so geringe Sterblichkeit auftritt; in solchem Fall wird $U < u$, also $w = U/u < 1$ ($\hat{=}$ $< 100\%$).

Würde in Unbehandelt eine Zunahme eintreten und diese auch für Behandelt angenommen werden

und würde dann durch das Mittel gerade soviel abgetötet, wie der ursprüngliche Bestand ausmacht, so wäre $U - B = u$, demnach $w = u/u = 1$ ($\hat{=}$ 100%), was offenbar nicht zutrifft.

In beiden extremen Fällen, die sehr wohl eintreten können, wird die Riehmsche Formel unserer jetzigen Auffassung vom Wirkungsgrad nicht gerecht. Das liegt daran, daß ihre G r u n d a n n a h m e nicht unserer Auffassung gerecht wird. Nur für den Fall, daß in Unbehandelt keinerlei Zu- oder Abnahme des Bestandes eintritt, wird die Formel von Riehms mit den anderen identisch.

7. N o m o g r a m m

Wenn man in einem Versuch mit mehreren Pflanzenschutzmitteln deren Wirkung auf einunddasselbe Unbehandelt zum Vergleich bezieht, so spielt die Änderung in Unbehandelt $U : u$ die Rolle einer Konstanten a , und es wird

$$w = 1 - a \cdot \frac{B}{b}.$$

Die Änderung in Behandelt mit den verschiedenen Pflanzenschutzmitteln,

$\frac{B_1}{b_1}, \frac{B_2}{b_2}, \dots$ sind als unabhängige Veränderliche

$x_1, x_2 \dots$ aufzufassen, von denen die abhängige Veränderliche $w = y$ abhängt, also

$$y = 1 - a \cdot x.$$

Dies ist die Normalform einer Geraden; der Wirkungsgrad ist in dieser Betrachtungsweise linear abhängig von der Befallsänderung in Behandelt.

Damit wird die Konstruktion eines Nomogramms aus lauter geraden Linien für die Wirkungsgrade möglich, das als die eine Veränderliche die Populationsänderungen in Unbehandelt, als die andere Veränderliche die Befallsänderungen in Behandelt enthält, beide dargestellt in Prozentwerten, woran man sich heute gewöhnt hat. Auch die geraden Linien kommen dem heutigen Bedürfnis entgegen, da man in graphischen Darstellungen Kurven gern in Gerade transformiert. — Man braucht nur durch den Punkt, der durch die jeweiligen Werte der beiden Veränderlichen bestimmt wird, und durch den Anfangspunkt (0;0) eine Gerade zu legen und kann dann an ihrem Schnittpunkt mit der Ordinate im Punkt (100;0) den Wirkungsgrad in % ablesen. Der Anschaulichkeit halber sind die Wirkungsgrade von 10 zu 10 % eingezeichnet.

Es ist dabei gleichgültig, ob die Population in Unbehandelt bzw. der Befall in Behandelt zu- oder abgenommen hat. Man muß nur für jede der beiden Veränderlichen festgestellt haben, wie groß der Endbefall, gemessen in Prozenten des betreffenden Anfangsbefalls, ist.

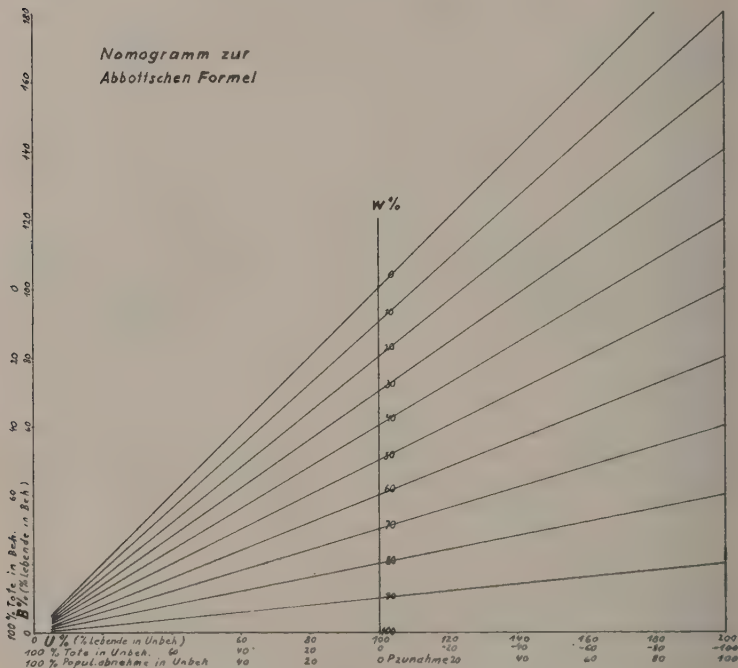
Auf Millimeterpapier ist die Interpolation genau und bequem möglich, weil auf einer beliebigen Ordinate durch gleichabständige Linien des Wirkungsgrades gleichgroße Abschnitte hergestellt werden. Beispiele: Wenn auf der Ordinate im Punkte „100 % Lebende in Unbehandelt“ die Abstände von 10 zu 10 % Wirkungsgrad 10 mm betragen, so betragen sie auf der Ordinate in „70 % Lebende in Unbehandelt“ 7 mm, auf der Ordinate in „160 % Lebende in Unbehandelt“ 16 mm.

Sehr einfach ist der Wirkungsgrad w % auch für den Fall, daß der Anfangsbefall in Behandelt und Unbehandelt der gleiche war, abzu- lesen. Man kann dann statt mit %-Werten sofort mit den durch die Auszählung gewonnenen Zahlen (Anzahlen) in die Tafel eingehen oder, wenn die Anzahlen für die Tafel zu groß sind, mit der Hälfte, einem Drittel, Viertel, Zehntel oder sonst einem passenden, aber gleichen Bruchteil der Anzahlen des Endbefalls von Behandelt und Unbehandelt.

Beispiel: $U = 320$ Lebende, $B = 62$ Lebende. Da die Tafel nur bis $U = 200$ geht, wähle man $U/2 = 160$ und dementsprechend $B/2 = 31$. Man liest ab: $w = 80,6\%$.

Wo — wie in der Pflanzenschutzmittelpfung — viel Material zu bewältigen ist, wird man sich nach Möglichkeit Tabellen oder graphische Darstellungen herrichten. So hat z. B. E. Mosebach bereits 1958 eine solche zur Bestimmung des Wirkungsgrades veröffentlicht, die sich durch andere Anordnung der 3 Veränderlichen $U\%$, $B\%$, $w\%$ von dem hier vorgelegten Nomogramm unterscheidet.

Siehe Tafel 1.



Tafel 1

Teil III

Abschätzung des Wirkungsgrades auf Grund von Wertzahlen des Befalles.

Bei pflanzenschutzlichen Feldversuchen kommt man oft in die Lage, daß man sich mit Schätzungen des Befalles oder der Abtötung statt einer Zählung begnügen muß. Solche Werte sind nicht leicht mit Werten anderweitiger Versuche, bei denen Zählungen vorgenommen werden konnten, zu vergleichen. Insbesondere ist eine Anwendung der Abbottschen Formel nicht ohne weiteres möglich. Um solche, durch Schätzung gewonnenen und doch offensichtlich in der Regel eine greifbare Aussage bietenden Ergebnisse der Formelbehandlung zugänglich zu machen,

wird folgendes N o m o g r a m m vorgeschlagen, das wieder auf dem in Teil II dargestellten Verfahren beruht.

Angenommen, man bonitiert mittels einer fünfstufigen Skala 1 (kein Schaden oder Befall) ... 5 (sehr starker Schaden oder Befall), dann wird man einem Pflanzenschutzmittel, welches nach seiner Anwendung keine Verringerung des Befalls erzielt, eine völlig ungenügende Wirkung (Wirkungsgrad 5) zuschreiben. Ein Pflanzenschutzmittel, welches den Befall völlig auslöscht, gleichgültig ob dieser zu Anfang des Versuches von der Stufe 5, 4, 3 oder 2 war, hat sehr gute Wirkung (1). Diese Überlegung gibt uns die Außenlinien des Nomogramms. Man legt auf der Abszisse als Nullpunkt des Koordinatensystems den Punkt 1 fest, womit der Wert 1 auf der Ordinate auch zusammenfällt. Auf Abszisse und Ordinate werden in gleichen Abständen die Punkte 2, 3, 4 und 5 für den Befall in Unbehandelt bzw. Behandelt festgelegt. Die Figur wird zum Quadrat ergänzt. Die Diagonale von (1;1) nach (5;5) stellt, wie oben auseinandergesetzt, die Linie des Wirkungsgrades 5 dar; denn auf ihr und oberhalb liegen nur Zahlenpaare, bei denen der Endbefall in Behandelt ebenso groß ist wie in Unbehandelt oder gar noch größer. Die Abszisse stellt die Linie der besten Wirksamkeit (1) des Pflanzenschutzmittels dar — außer im Punkt (1;1) selbst, wo ja eine Aussage wegen völliger Befallslosigkeit nicht möglich ist. Zwischen der Diagonalen und der Abszisse liegen als gerade Linien alle möglichen Werte des Wirkungsgrades. Geht man von der Ordinate in 5 aus, so wird man bei dem Ordinatenwert 4 auf den Punkt treffen, wo bei einem Endbefall 5 in Unbehandelt der Endbefall in Behandelt 4 betrug. Einem solchen Präparat wird man den Wirkungsgrad 4 zuschreiben. Entsprechend wird man ein Pflanzenschutzmittel, das einen Befall von 5 auf 3 verringert, mittelmäßig wirksam (3) nennen; dieser Punkt wird in dem Punkt 3 auf der Ordinate in 5 festgelegt. Ein gut wirksames Mittel (2) wird, wenn der Befall in Unbehandelt 5 war, durch den Punkt 2 auf der Ordinate in 5 dargestellt.

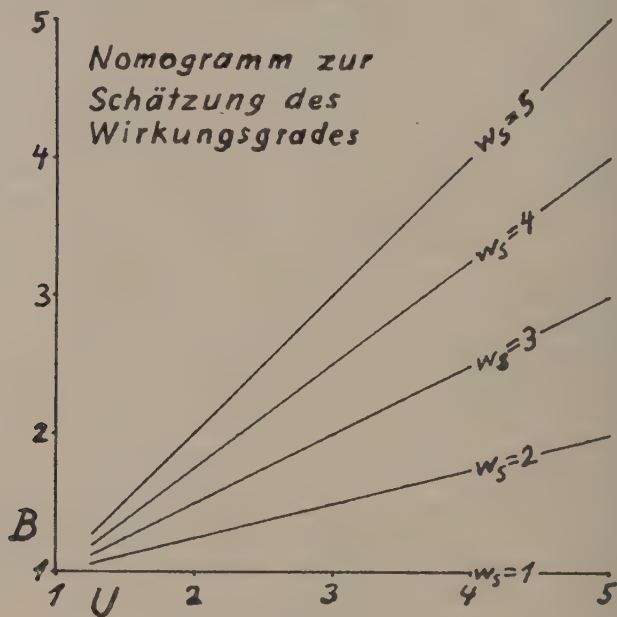
Von den Punkten 4, 3 und 2 auf der Ordinate in 5 werden Gerade durch den Punkt (1;1) gelegt. Mit diesen Geraden und der Diagonalen sowie der Abszissenachse kann man nun für jeden beliebigen Punkt des Feldes unterhalb der Diagonalen (oberhalb braucht man es ja nicht) den Wirkungsgrad ablesen.

Zur Erläuterung sei gesagt, daß man zur Abschätzung des Wirkungsgrades nicht ohne weiteres die Differenz des Befalles in Unbehandelt und in Behandelt nehmen kann; denn einem Pflanzenschutzmittel, das einen Befall von 5 auf 3 mindert, wird man einen geringeren Wirkungsgrad zuschreiben als einem Präparat, das einen Befall von 3 auf 1 drückt; die Differenz ist aber in beiden Fällen 2.

Das Nomogramm ist so gedacht, daß man den Wirkungsgrad ohne weitere Rechnung direkt aus ihm abliest, indem man mit den g e s c h ä t z t e n E n d b e f a l l s w e r t e n ohne weiteres in die Tafel eingeht. Man kann auch überall Zwischenstufen zwischen den Werten 1, 2, 3, 4 und 5 anbringen bzw. ablesen. Voraussetzung bei dieser Art der Anwendung des Nomogramms ist, daß der Anfangsbefall in Behandelt

und Unbehandelt gleich war. Das Nomogramm läßt sich auch so erweitern, daß es für andere Fälle anwendbar wird, z. B. ungleichen Anfangsbefall in Behandelt und Unbehandelt, die verschiedenen Arten der Populationsänderung, selbstverständlich auch Anwendung einer anderen Wertskala; doch glaube ich den Vorschlag hier in der einfachsten Form vorbringen zu sollen.

Siehe Tafel 2.



Tafel 2

Zusammenfassung

In Teil II wird nachgewiesen, daß alle heute gebrauchten Formeln zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Pflanzenschutzmittels im Grunde miteinander identisch sind und daher auch keine der Formeln eine größere Genauigkeit als die anderen liefern kann. Die Formeln werden auf zwei Grundannahmen zurückgeführt. Besonders betont wird die zweite Grundannahme, die voraussetzt, daß die Eigenschaft der Versuchstiere, von Pflanzenschutzmitteln abgetötet zu werden oder nicht, unabhängig ist von denjenigen Eigenschaften, die die „natürliche“ Veränderung der Population herbeiführen, wie sie in Unbehandelt beobachtet und für Behandelt angenommen wird. Eine künftige Untersuchung dieser Voraussetzung mag zu ihrer Aufhebung und zu einer verschärften Bestimmung des Wirkungsgrades führen.

Zur Erleichterung der Berechnung des Wirkungsgrades nach der Abbottschen und verwandten Formeln wird eine Nomogramm-Darstellung vorgelegt.

In Teil III wird versucht, durch ein Nomogramm, das dem in Teil II ähnelt, Versuchsergebnisse, die auf einer Schätzung nach einer Wertskala beruhen, zu einer Bestimmung des Wirkungsgrades zu verwenden. Es soll damit erreicht werden, daß die ohnehin den Befallsschätzungen anhaftende Ungenauigkeit nicht noch vergrößert wird durch eine abermalige „gefühlsmäßige“ Schätzung des Wirkungsgrades auf Grund der geschätzten Befunde.

Literatur

- Abbott, W.S., A method of computing the effectiveness of an insecticide. — J.Econ. Ent. **18**, 1925. 265—267. Zitiert nach Rev. Appl. Ent. A **13**, 331. (1925) 1926 und Unterstenhöfer 1950.
- Maercks, H., Über die Brauchbarkeit von Wertzahlen für die statistische Berechnung von Versuchsergebnissen im Pflanzenschutz. — Z. Pflkrankh. **66**, 1959. 199—209.
- Mosebach, E., Ermittlung des Wirkungsgrades von Pflanzenschutzmitteln mit Hilfe einer graphischen Methode. — Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, **10**, 1958. 170—171.
- Riehm, E., Pflanzenschutzpraktikum. Berlin 1931. Zitiert nach Unterstenhöfer 1950.
- Schneider, F., Mittelprüfung. — In: Schneider-Orelli, O.: Entomologisches Praktikum. 2. Aufl. Aarau 1947. S. 203 ff.
- Sun, Y., and Shepard, H.H., Methods of calculating and correcting the mortality of insects. — J.Econ. Ent. **40**, 1947. 710—715. Zitiert nach Rev. Appl. Ent. A **37**, 250. (1949) 1951 und Unterstenhöfer 1950.
- Unterstenhöfer, G., Über die Erfolgskontrolle bei der Rapsglanzkäferbekämpfung im Jahre 1949. — Höfchen-Briefe **2**, 1949. 3—5.
- , Betrachtungen über die Methoden zur Ermittlung des Wirkungsgrades von Pflanzenschutzmitteln. — Z. Pflkrankh. **57**, 1950. 93—99.
- , Die Grundlagen des Pflanzenschutz-Freilandversuches. — Höfchen-Briefe **10**, 1957. 169—232.

Besprechungen aus der Literatur

Gildemeister, E., und Hoffmann, F., Die ätherischen Öle. 4., völlig neu bearb. Aufl., herausg. von W. Treibs. Bd. IIIa. Herausg. von W. Treibs und D. Merkel. Akademie-Verlag, Berlin 1960. XV u. 628 S., 3 Abb., 64 Tab. Ganzln. 63,— DM.

Band III der neuen Auflage des „Gildemeister-Hoffmann“ ist den Bestandteilen („Inhaltsstoffen“) der ätherischen Öle gewidmet. Der vorliegende erste Teil (IIIa) behandelt die Kohlenwasserstoffe und einen Teil der Alkohole. Damit ist bereits angedeutet, daß für die systematische Haupteinteilung die funktionellen Gruppen (Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde usw.) gewählt wurden, während die Untereinteilung den Bau der Kohlenstoffskelette („nicht isoprenoide Ketten- und Ringverbindungen, Isoprenoide, Aromaten und Heterocyclus“) (p. VI) zugrunde legt. Es ergibt sich also z. B. für das erste Hauptkapitel „I. Kohlenwasserstoffe“ folgende Einteilung: 1. Aliphatische Kohlenwasserstoffe (a. gesättigte, b. ungesättigte), 2. Polypren-Kohlenwasserstoffe (a. Monoterpen-, b. Sesquiterpen-, c. Diterpen-, d. Triterpen-Kohlenwasserstoffe), 3. Aromatische Kohlenwasserstoffe (a. Benzoide Aromaten, b. Azulene, c. Undefinierte Kohlenwasserstoffe). Dieses System erscheint vom vergleichend phytochemischen Gesichtspunkt nicht ganz konsequent. Wenn schon die Polypren-Verbindungen (durchaus zu Recht!) als eigene Untergruppe ausgeschieden werden, also etwa Myrcen und Ocimen nicht als „ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe“, sondern als „Acyclische Monoterpen-Kohlenwasserstoffe“ systematisiert werden, dann ist nicht ganz einzusehen, weshalb z. B. p-Cymol und 1-Methyl-4-isopropenylbenzol nicht bei den „monocyclischen Monoterpen-Kohlenwasserstoffen“, die Azulene nicht bei den „Sesquiterpen-Kohlenwasserstoffen“ eingereiht werden, zu denen sie doch als isoprenoide, wenn gleich aromatische Verbindungen zweifellos gehören, sondern bei den aromatischen Kohlenwasserstoffen ihren Platz finden.

Die Monographien der einzelnen Verbindungen umfassen jeweils folgende Abschnitte: Vorkommen, Isolierung, Konstitution (Strukturformel, kurze Darstellung des Konstitutionsbeweises, Konformationsanalyse), Eigenschaften, Identifizierung (vor allem durch kristallisierte Derivate, kurz auch Farbreaktionen). Um die Ausführlichkeit dieser Einzelabschnitte zu zeigen, sei das Beispiel des α -Pinsens herausgegriffen. Die Monographie umfaßt 26 Seiten, sie stützt sich auf etwa 400 Literaturangaben. Unter Vorkommen werden 397 „Mutterpflanzen“ bzw. ätherische Öle des Handels (aus 40 Familien) genannt, in denen α -Pinen gefunden wurde, soweit möglich mit Angabe der Menge und der stereoisomeren Form (d-, l-, d, l-). In der Artenliste fällt auf, daß etliche Druckfehler stehengeblieben sind: *Phagnalon sordium* (statt *sordidum*), *Peucedarium* (statt *Peucedanum*) *cervaria*, *Pittosporum pendantrum* (statt *pentandrum*) u. a. m.

Ein kleiner Schönheitsfehler liegt darin, daß die von Personennamen abgeleiteten Epitheta ganz willkürlich bald mit kleinen, bald mit großen Anfangsbuchstaben geschrieben werden: *Pittosporum campbellii*, *Nepeta mussini*, aber *Thymus Marschallianus*, *Eugenia Smithii*, ja sogar *Backhousia Myrtifolia*, *Pistacia Lentiscus*.

Diese kleinen Bemängelungen sollen den Dank nicht schmälern, den wir den Verff. für ihre umfangreiche, mühsame und sorgfältige Arbeit schulden

Mit dem hoffentlich bald erscheinenden Teil b wird Band III für lange Zeit die ausführlichste und modernste Zusammenfassung des Gegenstandes bleiben, in gleicher Weise unentbehrlich für den Praktiker wie für den Forscher.

M. Steiner, Bonn

Gildemeister, E., und Hoffmann, F., Die ätherischen Ole. 4., völlig neu bearb. Aufl., herausg. von W. Treibs. Bd. V. Herausg. von W. Treibs, unter Mitarb. von K. Bournot. Akademie-Verlag, Berlin 1959. XXVIII u. 766 S., 18 Abb., 2 Taf., 4 Kart. Ganzln. 60,—DM.

Band V ist der zweite in der Reihe des speziellen Teiles (B), welcher der Beschreibung der einzelnen ätherischen Ole gewidmet ist. Er umfaßt in der Anordnung des Engler'schen Systems die Familien der *Lauraceae bis Vitaceae*. Gut die Hälfte des Textteiles nehmen allein die Familien der *Lauraceae* (149 S., Zimtbäume, Campher, Linaloeöle, Lorbeer, Sassafras u. s. f.) und der *Rutaceae* (256 S., davon wieder 179 S. für die *Citrus*-Ole) in Anspruch. Auch die *Cruciferae* mit ihren Senfölen werden auf 30 Seiten ausführlich behandelt.

Bei einem Nachschlagwerk, wie dem vorliegenden, ist ein Eingehen auf Details natürlich nicht möglich. Wegen Anlage und Anordnung des Stoffes sei auf meine Besprechung des Bandes IV in dieser Zeitschrift (31, 45 ff 1957) verwiesen. Als „Lektüre“ kann etwa das Kapitel über die interessanten „chemischen Rassen“ des *Formosa-Kampferbaumes* (p. 82 ff) empfohlen werden.

Einige Unrichtigkeiten und Druckfehler sollten in einer eventuellen Neuauflage korrigiert werden: Im Inhaltsverzeichnis (p. XXVI) ist die Familienüberschrift „*Burseraceae*“ ausgefallen, so daß diese mit *Ailanthus* unter den *Simarubaceae* stehen. Das Receptaculum der Rosenblüte sollte nicht als „Fruchtknoten“ bezeichnet werden (z. B. p. 234, 238). *Myrothamnus flabellifolia* (nicht -us) *Welwitsch* (nicht *Welwitschii*) ist bekanntlich eine der wenigen poikilohydrn Blütenpflanzen. Die Pflanze „dorrt“ zwar „in der Trockenzeit völlig aus“, nicht aber, „um in der Regenzeit wieder frisch auszutreiben“, sondern die Blätter entfalten sich bei Befeuchtung und nehmen wieder ihr aktives Leben auf. (p. 206). Es erscheint wenig zweckmäßig, die enzymatische Glykosidspaltung, die beim Braunsenf zur Freisetzung des Senföles, bei der bitteren Mandel von Benzaldehyd und Blausäure führt, als „Gärungsprozeß“ zu bezeichnen (p. 151, p. 286). Als besonders revisionsbedürftig empfand Ref. die „Erläuterungen“ für die Benutzer der Bände IV—VII (p. VII—XIII), in denen „für einen weiten Leserkreis“, also für Nichtbotaniker, „auf die wissenschaftlichen Bezeichnungsweisen der Pflanzen und das Prinzip der Pflanzensysteme etwas genauer eingegangen“ werden soll.

M. Steiner, Bonn

Herrmann, R., und Alkemade, C. Th. J., *Flammenphotometrie*. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960. 2. neu bearb. Aufl. Gr. -8°. VIII u. 396 S., 61 Abb., 74 Registrierkurven. Ganzln. 88,—DM.

Im Jahre 1956 erschien von Herrmann die erste Auflage dieses Spezialwerkes der modernen analytischen Chemie und wurde zum Handbuch der Flammenphotometrie in allen chemischen Laboratorien. Nun legt Herrmann — Privatdozent und Lehrbeauftragter für spektroskopische Verfahren

in der Chemie an der Universität Gießen — zusammen mit Alkemade — o. Professor für Experimentalphysik am physikalischen Institut der Universität Utrecht — die zweite wesentlich verbesserte Auflage vor. Diese Auflage berücksichtigt die bis 1959 (teilweise bis 1960) erschienene Literatur und nennt fast 800 wissenschaftliche Arbeiten, die in deutscher, englischer, französischer und russischer Sprache zum Thema Flammenphotometrie erschienen sind.

Die wesentlichste Neuerung dieses Handbuches sind 74 ausfaltbare Registrierkurven mit den Spektren aller flammenphotometrisch bestimmbar Elemente. Konzentration der zur Aufnahme der Spektren benutzten Elemente, Lösungsmittel und Gasgemische sind angegeben. Diese Spektren ergänzen in anschaulicher Weise den Text und zeigen die günstigste Wellenlänge und das beste Gasgemisch für die Konzentrationsmessung eines Elements an. Sie lassen aber auch die Grenzen der Flammenphotometrie deutlich werden.

Im Text findet der Analytiker alles für die Flammenphotometrie notwendige Wissen. Grundlagen, Meßmethoden und Apparate, Optik und Elektronik, Flammenphotometrie mit Filtern, Flammenspektrophotometrie und Flammenspektrographie sind in klarer Gliederung mit vielen Untertiteln dargestellt. In weiteren Abschnitten werden die bei der Messung zu beachtenden Einzelheiten, wie Arbeitsraum, Gefäße, Reinigung, Auswahl der Spektrallinien, Ansetzen der Lösungen usw., beschrieben. Sehr zu begrüßen ist von jedem, der nicht ständig flammenphotometrisch arbeitet, der Abschnitt „Fehlererkennung und Beseitigung“ mit 45 Seiten. Dieser Abschnitt ist deshalb so wertvoll, weil in den Laboratorien, in denen nur gelegentlich flammenphotometrisch oder gar chemisch gearbeitet wird, die praktische Erfahrung fehlt. Alle bisher beobachteten Fehlerquellen und Störelemente sind beschrieben und Möglichkeiten der Beseitigung geschildert. Das Studium dieses Abschnittes erspart manches wahllose Experimentieren.

Als Anwendungsgebiete sind im letzten Teil mit Beispielen Landwirtschaft, Botanik, Isotopie, Medizin, Physik, Geologie, Mineralogie und verschiedene Industriezweige genannt.

Mag auch der Preis von DM 88,— für ein so spezielles Buch manchen hoch erscheinen, so muß es doch als preiswert bezeichnet werden, da nicht nur die Ausstattung dieses Buches mit den Registrierkurven wertvoll ist, sondern sein Studium die Anwendung der Flammenphotometrie erleichtert und die Meßergebnisse besser gestaltet.

A. K l o c k e, Berlin-Dahlem

Lobanow, N. W., Mykotrophie der Holzpflanzen. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1960. 352 S., 87 Abb., Halbln. 41,60 DM.

Der Wunsch, sich über die wissenschaftliche Produktion der Sowjetunion zu unterrichten, ist nicht so leicht zu befriedigen. Zur Schranke von Schrift und Sprache kommt die Unterbrechung des Austausches durch zwei Kriege und politische Hemmungen. Nach dem ersten Weltkriege benützten russische Autoren in den Zwanzigerjahren deutsche Zeitschriften gerne als Sprachrohr, und die junge Forschungsrichtung der speziellen Ökologie erfuhr auf diese Weise, wie weit uns die Russen in der Freilandforschung voran waren. Ref. besitzt aus jener Zeit ganze Mappen von Sonderdrucken von Alexandrov, Iwanov, Maximov u. a.

Nach dem zweiten Weltkrieg vermitteln uns nun ostzonale Verlage deutsche Ausgaben wichtigen sowjetischen Schrifttums. Ich erwähne den

ungeschminkten Bericht U l m a n n s „Kautschukpflanzen“ (Akademieverlag Berlin 1951) über die Mobilisierung von Hunderten von Forschern, welche die Sowjetunion selbst um ein Vielfaches des Weltmarktpreises vom Weltkautschuk unabhängig machen sollten.

Das vorliegende Buch macht uns nun mit den bisher schwer zugänglichen Beiträgen der UdSSR zur Mykorrhizaforschung an Holzpflanzen bekannt (das Literaturverzeichnis umfaßt 26 Seiten russische und 11 Seiten anderssprachige Literatur). Unter den Vätern der Mykorrhizaforschung erscheint noch vor Frank — Eberswalde, der 1885 den international angenommenen Namen prägte, mit einer 1881 in unserer „Botanischen Zeitung“ deutsch veröffentlichten Arbeit Kamenski aus Odessa, der für *Monotropà* bereits eine Pilzsymbiose annahm, während Th. Hartig, der Entdecker des nach ihm benannten Pilzgeflechts in den Wurzeln unserer Waldbäume (1840—51), im Pilz noch den bloßen Schmarotzer erblickt hatte.

Verf. unterstreicht gebührend, daß in unserem Jahrhundert Melin — Uppsala, der wie alle wichtigen Autoren auch im Bilde vorgestellt wird, die entscheidenden Grundlagen geschaffen hat, von der künstlichen Synthese zahlreicher Mykorrhizen in Reinkulturen und damit dem exakten Nachweis der an ihr beteiligten Pilze, über die Erforschung ihrer besonderen Ernährungsansprüche bis zum jüngsten Nachweis des gegenseitigen Stoffaustausches zwischen Pilz und Baum mit Hilfe von Radio-Isotopen.

Für den russischen Anteil am Forschungsgebiet wegweisend wurde der Bodenkundler Wyssozki, der 1902 auf die vermutliche waldbauliche Bedeutung der Mykorrhiza für das Gedeihen mykotropher Holzarten, besonders auch an der Steppengrenze, hinwies. Das führte besonders seit 1945 zu breit angelegten Erhebungen über das Vorkommen von Mykorrhizen in natürlichen (und später auch künstlichen) Waldbeständen, an denen Verf. maßgebenden Anteil hatte. Eine Tabelle führt über 150 auf Mykorrhiza geprüfte Holzarten (darunter Eiche in über 1000, Kiefer in über 500 und Fichte in etwa 200 Einzelproben) auf; Punktkarten zeigen die untersuchten Standorte. Das Ergebnis läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß unsere Hauptholzarten in freier Natur stets Mykorrhizen führen, und daß von den Gehölzen eigentlich nur die mit Bakterienknöllchen ausgestatteten Leguminosen keine Mykorrhizen entwickeln.

Der nächste folgerichtige Schritt ist die künstliche Einbringung der symbiontischen Pilze bei Aufforstungen, sei es in Form von Reinkulturen oder auch einfach „Mykorrhiza-Erde“ natürlicher Standorte. Der Erfolg springt nach den gezeigten Wachstumsdiagrammen in die Augen.

Die vom Verf. angeschnittene Spezialfrage nach dem „Lebensalter der Mykorrhiza“ möchte Ref. als Anatom im Sinne der Kurzlebigkeit (nur wenige Jahre) beantworten, da die Mykorrhiza die Schwelle des Perizykels nicht überschreitet, in der die Peridermbildung einsetzt. Während also der Pilz apikal in die weiterwachsenden Wurzelspitzen nachwächst, wird er basal mit der Abstoßung der primären Rinde wieder ausgeschieden. Nicht mehr weitergegeben zu werden brauchen die alten Angaben einer Luftstickstoffbindung durch Ericaceen-Mykorrhizen, die der modernen Nachprüfung mit N¹⁵ nicht standhielten (über den neuesten Stand dieser Spezialfrage berichtet Band 6 des Handbuchs der Pflanzenphysiologie).

B. H u b e r, München

Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen. Begründet v. A. Sprecher von Bernegg. III. Teil: Genußpflanzen. 2. Bd.: Kaffee. 2. Aufl., neu bearb. v. C. Coolhaas, H. J. de Fluiter u. H. P. Koenig. Ferd. Enke-Verlag, Stuttgart 1960. VII, 315 S., 66 Abb., 54 Tab. Geheftet 47,— DM, Ganzln. 51,— DM.

In den 26 Jahren, die seit der ersten Bearbeitung des Kaffees in den „Weltwirtschaftspflanzen“ Sprecher von Berneggs verstrichen sind, haben sich die Verhältnisse in mancher Hinsicht so gewandelt und ist die einschlägige Literatur derart angewachsen, daß sich die vorliegende Neuauflage, die übrigens Guarana nicht mehr enthält, sehr stark von der ursprünglichen Bearbeitung unterscheidet. Zwar ist die Gliederung des Stoffes im wesentlichen beibehalten, aber aus dem Text der ersten Auflage sind nur wenige Stellen übernommen worden. Die meisten Abschnitte sind völlig neu gestaltet, der Gesamtumfang ist um 50 Seiten vermehrt.

Der größte Teil des Buches ist von Coolhaas bearbeitet, die „Krankheiten und Schädlinge“ hat de Fluiter, und die „Wirtschaftliche Bedeutung des Kaffees“ hat Koenig übernommen.

Das einleitende Kapitel über die Geschichte des Kaffees war in der ersten Auflage nach Empfinden des Ref. etwas zu journalistisch aufgezo-gen; Coolhaas hat diesen Teil rigoros gekürzt, dafür aber einen in der Erstauflage fehlenden wichtigen Unterabschnitt über die Verbreitung des Kaffeestrauches hinzugefügt. — Die Beschreibung der Kaffee-Arten und -Varietäten möchte man sich im Hinblick auf die schwierige Systematik und verworrene Nomenklatur etwas übersichtlicher wünschen, was sich wohl in der Gliederung des Textes und durch unterschiedlichen Druck bewerkstelligen ließe. Auch bestehen z. T. Unklarheiten insofern, als der Text etwas anderes ausweist als der Index; das gilt z. B. für *Coffea bukobensis* und *C. canephora*. Warum heißt es überdies teilweise manchmal *C. abeocuta* und an anderen Stellen *C. abeokulae*?

Der Pathologie des Kaffees ist mit Recht ein eigenes umfangreiches Kapitel gewidmet. Nicht zuletzt wegen der in der Neuzeit entwickelten Pflanzenschutzmittel hat diese nun von einem Fachmann (de Fluiter) geschriebene, stark erweiterte Darstellung ein ganz anderes Gesicht bekommen. Man vermißt hier allerdings die durch Befall mit *Xanthomonas* sp. verursachte Kaffeekirschenkrankung, die im Kivugebiet des Kongos dem Kaffee den gefürchteten „goût pomme de terre“ verleiht.

Völlig neu und wesentlich umfassender ist auch das abschließende Kapitel über die „Wirtschaftliche Bedeutung des Kaffees“ geworden (Koenig). Es ist geradezu spannend zu lesen, welche wirtschaftlichen Auswirkungen dieses bedeutsame Welthandels-gut für die Produktions- wie auch für die Verbraucherländer im Wandel der Zeiten mit sich gebracht hat. (Ein kleiner Hinweis: FAO bedeutet „Food and Agriculture Organization“).

Man wird den Autoren der neuen Auflage für ihre mühevollen und sorgfältigen Arbeit Dank wissen. Diese wertvolle Monographie des Kaffees, die dem jüngsten Stande der Wissenschaft wie der Wirtschaft gerecht wird, gehört in die Hand eines jeden, der mit dem Kaffee, sei es im biologischen, sei es im kaufmännischen Bereich, zu tun hat. Das Buch kann darüber hinaus weitesten Kreisen empfohlen werden, um sich über eines unserer bemerkenswertesten und beliebtesten Genußmittel zuverlässig zu informieren.

K. Hassebrauk, Braunschweig

Walter, H., Einführung in die Phytologie, Band III: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1. Teil: Standortslehre (analytisch-ökologische Geobotanik). 2. umgearbeitete Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1960. 566 S., 265 Abb. Leinen 45,— DM.

Von der Einführung in die Phytologie ist jetzt die Standortslehre in zweiter Auflage erschienen. Zahlreiche Ergebnisse der neueren Untersuchungen des Verfassers in Hohenheim und während Aufenthalten in Südwest-Afrika, dem vorderen Orient, in Australien und Neeseeland, und eine große Zahl von Resultaten anderer Autoren sind in der neuen Auflage berücksichtigt worden.

Das Werk beginnt mit einer Kennzeichnung der Aufgaben der Ökologie, namentlich des Verhältnisses dieses Forschungsbereiches zur Physiologie. Der zunächst mehr äußerlich erscheinende Unterschied, daß der Physiologe seine Experimente unter kontrollierten Außenbedingungen im Laboratorium oder anderen hierfür geeigneten Anlagen ausführt, der Ökologe jedoch in der freien Natur arbeitet, bringt eine wesentlich verschiedene Fragestellung mit sich. Vor allem wird die große Bedeutung des Wettbewerbes hervorgehoben. Denn in der freien Natur wachsen die Pflanzen-Individuen nicht allein. Sie leben dort innerhalb von Pflanzengemeinschaften. Die Individuen einer Gemeinschaft beeinflussen sich jedoch sehr stark. „Oft ist das Fehlen bzw. die Anwesenheit von bestimmten Mitbewerbern für das Vorkommen einer Pflanze wichtiger als gewisse Standortbedingungen.“ Es ist äußerst begrüßenswert, daß die außerordentliche Wichtigkeit der gegenseitigen Beeinflussungen der Pflanzen, die vom Referenten und seinen Mitarbeitern seit 1950 eingehend untersucht werden (Zusammenfassungen K n a p p 1954, 1960), in die zweite Auflage neu aufgenommen ist und in eindringlicher Form auf 10 Seiten am Anfang vor den Abschnitten über die einzelnen Standortsfaktoren erörtert wird.

Im Abschnitt über den Wärmefaktor sind die inzwischen vom Verfasser auf weltweiter Basis ausgearbeiteten Klimadiagramme und Klimatypen berücksichtigt. Der Abschnitt über den Wasserfaktor ist neu gegliedert worden. Namentlich das Xerophytenproblem und Fragen des Pflanzenwachses in Trockengebieten erfahren eine stärkere Hervorhebung. Gerade diese Fragen haben heute auch für die angewandte Botanik in bestimmten Entwicklungsändern eine große Bedeutung. Im Abschnitt über die Licht- und Stoffproduktion konnten das wichtige Kapitel über die Produktivität der Pflanzendecke wesentlich erweitert und auch Untersuchungsergebnisse über den Lichtkompensationspunkt ergänzt werden. Im Abschnitt über die chemischen Faktoren wurden auf Grund inzwischen durchgeführter Untersuchungen die Kapitel über Bodenatmung und über nitrophile Arten neu bearbeitet. Eine Erweiterung erfuhr der Abschnitt über die mechanischen Faktoren. Die Kapitel über „Schnee und Rauhreif“ und über „Trittgenschaften“ wurden hierbei neu eingefügt. Das zuletzt genannte Kapitel berücksichtigt vor allem die Ergebnisse von zwei ausführlichen Dissertationen (Lieth 1953, Haessler 1954). Das sind Beispiele für die zahlreichen Ergänzungen gegenüber der ersten Auflage, die natürlich hier nicht alle im einzelnen gewürdigt werden können.

Das Buch zeichnet sich durch eine besonders anschauliche und klare Darstellungsweise aus. Die eindrucksvollen Beschreibungen werden durch zahlreiche Abbildungen und Tabellen ergänzt. Ein Vorzug des Buches ist auch die Angabe der ökologisch verwendbaren Messungsmethoden. Gerade an dieser Stelle mögen die vielen Ausführungen und Hinweise hervor-

gehoben sein, die der Verfasser immer wieder über Anwendungsmöglichkeiten und über die praktische Bedeutung von ökologischen Untersuchungen macht. Für den Biologen ist es günstig, daß auch die geobotanisch bedeutsamen Ergebnisse von Nachbarwissenschaften, z. B. von Boden- und Klimakunde, dargestellt werden. Wir können dem Verfasser dankbar sein, daß er uns seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Standortslehre in diesem umfangreichen, gut ausgestatteten Buch vermittelt hat.

R. K n a p p , Giessen

Personalnachrichten

Unser Mitglied Professor Dr. Walther Brouwer, Stuttgart-Hohenheim, ist zum Vorsitzenden der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. gewählt worden.

Unser Mitglied Professor Dr. Johannes Köhnlein, Kiel, wurde für das am 1. April 1961 beginnende Amtsjahr zum Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kiel gewählt.

Unser Mitglied Dr. Otti Zeller hat sich an der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim für das Gebiet Obstbau und Gemüsebau habilitiert.

Unser Mitglied Professor Dr. Werner Bavendamm, Hamburg, hat eine dreimonatige Schiffsforschungsreise nach West- und Äquatorialafrika angetreten.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

Frenzel, Dr. Burkhard, Privatdozent, Wissenschaftlicher Assistent am Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Fakultät an der Technischen Hochschule München, (13 b) Freising-Weihenstephan.

Lichter, Dr. Robert, Ragis-Zuchtstation Heidehof, (20 a) Brockhöfe (Kr. Uelzen).

Anschriftenänderungen

Baumann, Dr. Louis, 4 Selkirk Drive, Southwood, Calgary/Alberta (Canada).

Buchloh, Dr. Günther, Privatdozent, Institut für Systematische Botanik der Universität, (17 a) Heidelberg, Hofmeisterweg 4.

Latzko, Dr. Erwin, Agrikulturchemisches Institut der Technischen Hochschule München, (13 b) Freising-Weihenstephan (Obb.).

Lein, Dr. Martin, Diplomlandwirt, Hodeiba Agricultural Research Station, P. O. Box 31, Ed Damer (Sudan).

Schaffnit, Dr. Ernst, em. ord. Professor, (17 a) Neckargemünd b. Heidelberg, Merianstr. 9.

Schratz, Dr. Eduard, ao. Professor, Direktor des Instituts für Pharmakognosie der Universität, (21 a) Münster (Westf.), Hittorfstr. 56.

Straub, Dr. Josef, o. Professor, Direktor des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut), (22 c) Köln-Vogelsang, Post Köln-Bickendorf.

Eine Versuchseinrichtung zur Anzucht von Pflanzen unter standardisierten Bedingungen bei gleichzeitiger Kontrolle des CO₂-Stoffwechsels

Von

Von O. Siegel und W. Goerke

Während der Durchführung eines Versuches und insbesondere bei späteren Wiederholungen ist das Pflanzenmaterial oft physiologisch nicht gleichwertig. Die Ursachen hierfür sind mit dem Jahresablauf verbundene Licht- und Temperaturänderungen. Entsprechende Untersuchungsergebnisse werden von uns in Kürze veröffentlicht. Ebenso wie Freilandpflanzen sind auch Gewächshauskulturen diesen Einflüssen unterworfen. Diese schwer zu eliminierenden Faktoren beeinträchtigen mehr oder weniger die erzielten Ergebnisse. Die Auswirkungen zufallsbedingter Milieukonstellationen sind dann von besonderer Bedeutung, wenn schnell ablaufende Stoffwechselvorgänge gemessen werden sollen; bei der Ermittlung von Ertragszahlen treten kurzfristige Schwankungen der Umweltbedingungen nicht so stark in Erscheinung.

Der Ablauf der Lebensvorgänge der Pflanzen wird weitgehend von ihrem „Bauplan“ bestimmt und es bedarf beträchtlicher Eingriffe, wie größerer Temperaturänderung oder der Umstellung von Kurz- auf Langtag, um den Stoffwechsel umzustimmen, d. h. um z. B. eine Blühbereitschaft zu erzeugen oder zu unterdrücken. Effekte dieser Art werden kaum als Fehlerquellen in die Versuchsergebnisse eingehen, da sie leicht zu erkennen sind. Anders ist es jedoch, wenn Versuchsmaterial z. B. auf Assimilate analysiert werden soll, bei dem durch vorausgegangene Schön- oder Schlechtwetterperioden ein unterschiedlich großer Anfall zu erwarten ist.

Wenn Untersuchungen ein physiologisch homogenes Material verlangen, müssen die Zufälligkeiten des „natürlichen“ Klimas durch besondere Vorkehrungen ausgeschaltet werden. Einen Beitrag zu diesem Problem stellt die Versuchseinrichtung dar, über die im Folgenden berichtet wird. Sie wurde entwickelt, um die Auswirkung radioaktiver Strahlung auf das Wachstum landwirtschaftlicher Nutzpflanzen zu verfolgen. Die Einrichtung ist wesentlich billiger als eine große Klimakammer, in welcher derartige Versuche ebenfalls ausgeführt werden könnten.

Die Einrichtung umfaßt zwei Teile. Der erste Teil gliedert sich in einen Ultrarotabsorptionsschreiber (Uras) zur kontinuierlichen Messung des Kohlensäuregehaltes der Luft (1), in der die Pflanzen kultiviert werden, in Luftströmungsmeßgeräte und in eine Abscheidevorrichtung für die Messung des Transpirationswassers.

Der zweite Teil der Einrichtung besteht aus einer Anordnung, in der Pflanzen unter standardisierten Bedingungen in Polyäthylenkammern unter dem Licht von Quecksilberhochdrucklampen (HQL) gezogen werden können. Abb. 1 ist ein Übersichtsbild und zeigt die Kammern, in denen die Pflanzen wachsen, sowie die Anordnung der Lichtquellen.

Einen Überblick über den Aufbau der Versuchseinrichtung zeigt das Schema der Abb. 2.

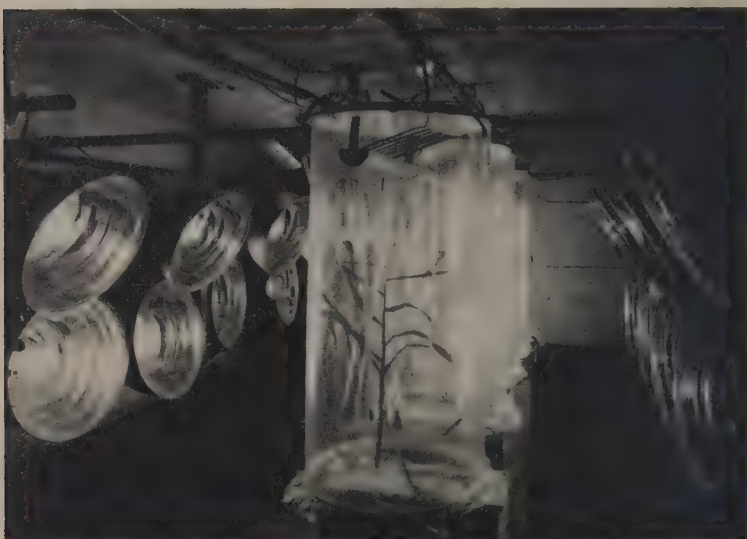


Abb. 1. Aufbau der Beleuchtung und Anordnung der Pflanzenkammern

Zu den Umweltfaktoren, die das pflanzliche Wachstum beeinflussen, gehören an erster Stelle Licht, Temperatur, Nährstoffe und die rel. Luftfeuchtigkeit.

Es ist verhältnismäßig einfach, eine technische Steuerung von Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit zu erreichen. Auch liegen ausreichende Erfahrungen vor, um die mineralische Ernährung von zahlreichen Pflanzenarten durch das Wasserkulturverfahren zu normieren (2). Bei dem Faktor Licht treten jedoch erhebliche Schwierigkeiten auf, weil trotz aller Fortschritte in jüngster Zeit die Kenntnisse über die physiologische Wirkung der einzelnen Spektralbereiche noch nicht vollständig sind und für ein standardisiertes Licht nur eine künstliche Strahlenquelle in Frage kommt. Die künstlichen Lichtquellen weisen aber im Vergleich mit dem terrestrischen Spektrum des Sonnenlichtes qualitative und quantitative Unterschiede auf.

Wenn die Umweltfaktoren so gestaltet werden sollen, daß die Pflanzen eine möglichst natürliche Entwicklung nehmen können, so müssen Bedingungen geschaffen werden, die den optimalen, „natürlichen“ Gegeben-

heiten so weit als möglich nahekomen. Darunter ist zu verstehen, daß Lichtintensitäten und -qualitäten geboten werden, die einem mittleren Sonnentag entsprechen, wobei sich außerdem ein normaler täglicher Temperaturgang einstellen muß; die rel. Luftfeuchtigkeit muß Werte annehmen, die im Freien während 24 Stunden mit günstigen Wachstumsbedingungen vorherrschen (Beeinflussung der Stomataöffnung).

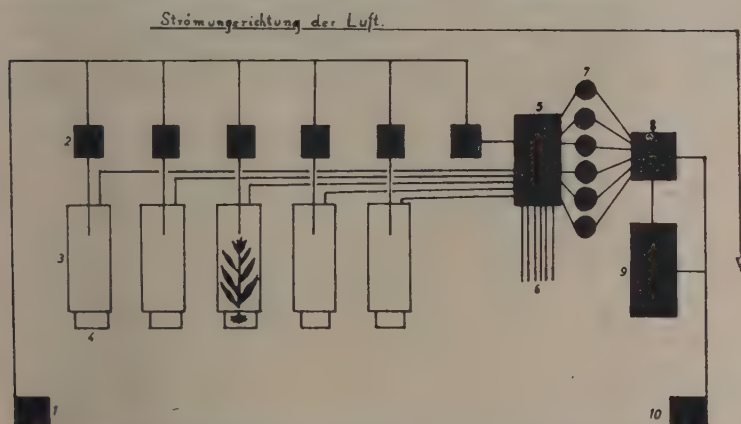


Abb. 2. Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung
1 Gebläse, 2 Strömungsmesser für Luft, 3 Pflanzenkammer, 4 Behälter für Nährlösung, 5 Gerät zum Gefriertrocknen der Luft, 6 Auffanggefäße für Kondenswasser, 7 Nachtrocknung der Luft mit Schwefelsäure, 8 Gasumschalter, 9 URAS, 10 Saugpumpe

Der Faktor Licht

Wenn vom natürlichen Licht zu einer konstanten Lichtquelle übergegangen werden soll, so ist es unvermeidbar, reines Kunstlicht zu verwenden. Wir wissen aus einer Reihe von Versuchen (3, 5, 6), daß mit handelsüblichen Leuchten in den lichtarmen Monaten des Jahres die fehlenden Lichtmengen ergänzt werden können. Ihr Hauptzweck besteht darin, die Tageslänge und dadurch auch die Lichtperiode konstant zu halten und das Lichtdefizit etwas zu vermindern. Dies mag für gärtnerische Belange ein ausreichender Gewinn sein, eine Möglichkeit, pflanzenphysiologisch einheitliches Material zu erzielen, bietet dieses Verfahren aber kaum, da in den lichtarmen Monaten die tagsüber vorhandenen Lichtintensitäten den Wert des Kompensationspunktes der CO_2 -Assimilation häufig nicht wesentlich überschreiten werden.

Ein Bild der Lichtverhältnisse, wie sie in unserem Gewächshaus während des Jahres 1959 herrschten, ist der Abb. 3 zu entnehmen. Die Messung erfolgte in einem 3 m hohen und 5,75 m breiten Gewächshaus in Speyer mit einem integrierenden Lichtmeßgerät der Firma Lange, Berlin.

Wenn auch der Verlauf der Lichtsummenkurve durch die Eigentümlichkeiten der Witterungsverhältnisse des genannten Jahres (bewölkungs-

arm) stark bestimmt wurde, so ist zu bedenken, daß in anderen Jahren ein erheblich ungünstigerer Verlauf beobachtet werden wird. Ein Beispiel hierfür bietet das regenreiche Jahr 1960.

Die Lichtsummenkurve von 1959 zeigt deutlich, daß an etwa 130 Tagen günstige und durch die Schattierung des Hauses annähernd konstante Lichtverhältnisse herrschten. Während 60 Tagen stiegen die Lichtsummen stark an, und in dem Zeitraum von 120 Tagen fielen sie kontinuierlich ab. An etwa 110 Tagen war das Sonnenlicht zu schwach, um eine normale Assimilation zu ermöglichen. Da der CO_2 -Assimilationsausbeute der Pflanze eine fundamentale Bedeutung für den gesamten Stoffwechsel

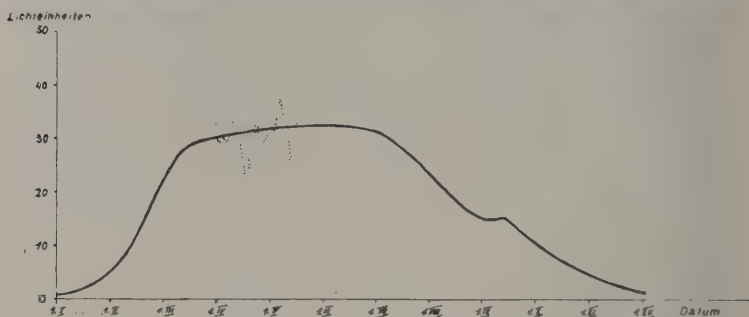


Abb. 3. Verlauf der täglichen Lichtsummen während des Jahres 1959; die punktierte Linie zeigt Einzelmesswerte

zukommt, ist klar ersichtlich, daß Pflanzen, welche zu verschiedenen Jahreszeiten in einem Gewächshaus herangezogen werden, unmöglich in physiologischer Hinsicht gleichwertig sein können.

Die Möglichkeiten, die durch den Einsatz von Kunstlicht im Gewächshaus bestehen, sind beschränkt. Der Lichttag kann konstant gehalten und ebenso das Lichtdefizit verringert werden, aber ein restloses Ausgleichen des jahreszeitlich unterschiedlichen Lichtangebotes dürfte nur sehr schwer und nur ausnahmsweise verwirklicht werden können.

Wenn demnach nur Kunstlicht einheitliche Beleuchtungsverhältnisse schaffen kann, so muß es zwei Qualifikationen erfüllen:

1. Die spektrale Zusammensetzung des Kunstlichtes sollte der des Sonnenlichtes weitestgehend gleichen, und 2. muß es Lichtintensitäten liefern, die denen eines mittleren Sonnentages entsprechen.

Zahlreiche Autoren haben in jüngster Zeit die Brauchbarkeit handelsüblicher Leuchten für die Pflanzenbelichtung geprüft (3, 4, 5). Folgende Typen wurden als brauchbar gefunden: Glühfadenlampen, Leuchtstoffröhren, Quecksilber (HQL)- und Xenonhochdrucklampen. — Für unsere Zwecke kam nur die HQL in Frage. Glühfadenlampen haben einen zu hohen Rotanteil, der nicht durch entsprechende Intensitäten im Blau ausgeglichen wird (6, 7). Einige Typen von Leuchtstoffröhren besitzen wohl ein geeignetes Spektrum, jedoch lassen sich mit ihnen maximal nur 10 000–15 000 Lux erzielen. Diese Werte liegen weit unter denen eines mittleren Sonnentages, bei welchem man Werte in der Größenordnung

von 40 000—50 000 Lux annehmen kann (8). — Das von der HQL ausgestrahlte Spektrum eignet sich für die Pflanzenanzucht (3, 4, 5) und man kann Lichtstärken von ca. 50 000 Lux erzeugen. Die Xenon-Hochdrucklampe liefert noch höhere Intensitäten, sie sind jedoch mit einer sehr starken Strahlung im langwelligen Rot verbunden (9). Dieses Charakteristikum und die relativ kurze Lebensdauer dieser Lampe ließen sie für unsere Zwecke als nicht besonders geeignet erscheinen.

Wir haben die HQL 400 der Firma Osram in unserer Versuchseinrichtung verwendet. Um die höchste Lichtausbeute mit diesen Lampen zu erreichen, benutzten wir Spiegelreflektoren der Type ALH Ta 12 der

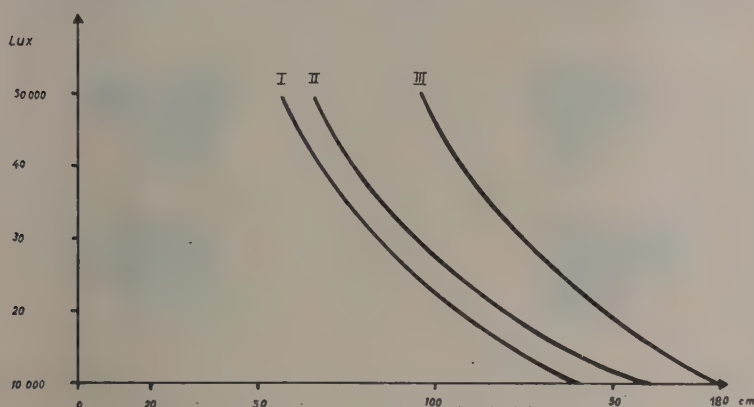


Abb. 4. Vergleich der Lichtausbeute von HQL/Lampen mit verschiedenen Reflektoren. Abszisse: Abstand in cm von der Lampe; Ordinate: Lichtstärke in Lux

Firma Siemens. Abb. 4 zeigt einen Vergleich der Lichtausbeuten der HQL mit eingebauter Reflexschicht und mit verspiegeltem Aluminium-Reflektor.

I HQL 400 W/R; in dem Lampenkörper ist eine Reflexschicht angebracht.

II wie I, jedoch in einem Außenspiegelreflektor montiert.

III HQL 400 W mit Spiegelreflektor ALH 12 TA.

Dieser Übersicht ist zu entnehmen, daß die Lichtausbeute durch die Spiegelreflektoren annähernd verdoppelt wird, wenn man die Leuchtstärke der Lampe mit eingebautem Reflektor als Vergleich heranzieht.

Für eine bestmögliche Ausleuchtung der Pflanzen kombinierten wir vier HQL mit Spiegelreflektoren zu einer Einheit. Das Schema der Abb. 5 zeigt ihren Aufbau und Abb. 6 die Lichtverhältnisse in dem bestrahlten Raum.

Bei der Anordnung der Lampen muß die Forderung erhoben werden, daß alle Teile eines Pflanzensprosses möglichst homogenem Licht ausgesetzt sind. Eine Lösung dieses Problems wird immer ein Kompromiß bleiben müssen; selbst bei Pflanzen, die an einem natürlichen Standort

wachsen, treten in vielen Fällen unterschiedliche Blättypen auf, die durch die Bezeichnung Licht- und Schattenblätter gekennzeichnet werden. Es ist ohne Eingriffe in die Anordnung der Blätter eines Sprosses nicht möglich, allen Blättern eine einheitliche Lichtdosis zu geben. Hieraus entsteht ein erhebliches Problem, welches aber durch folgende Überlegungen vermindert werden kann:

Die CO_2 -Assimilation hängt u. a. von der Lichtstärke, der Kohlenensäurekonzentration und der Temperatur (10) ab. Es scheint, daß die Assimilation in bestimmten Bereichen logarithmisch mit zunehmender Lichtstärke und CO_2 -Konzentration wächst. Erst bei höheren Temperaturen geht sie in eine Optimumkurve über. Werden Pflanzen mit mehr

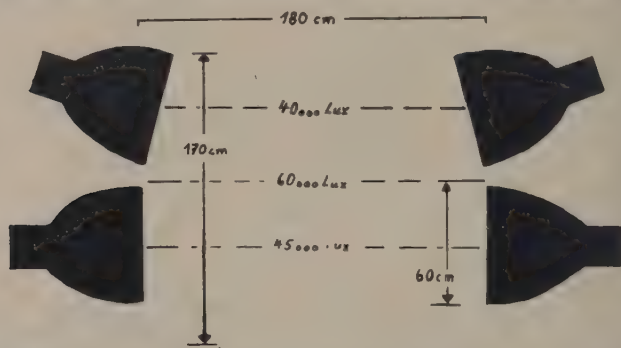


Abb. 5. Aufbau einer Bestrahlungseinheit, bestehend aus 4 Leuchten mit HQL-Lampen in verspiegelten Aluminiumreflektoren

als 30 000 Lux belichtet und überschreitet man dabei die Temperatur von 30°C bei wärmeliebenden Pflanzen und von $20\text{--}25^\circ \text{C}$ bei temperaturempfindlicheren nicht wesentlich, so befindet sich die Assimilation in vielen Fällen im Höchstbereich. — Wie Abb. 6 entnommen werden kann, herrschen in dem Raum, in dem in unserer Anordnung die Pflanzen kultiviert werden, Lichtintensitäten vor, die um 10 000–20 000 Lux über dem Wert liegen, der zur Erreichung des Höchstbereiches in der Optimumkurve der Assimilation erforderlich ist. Deshalb kann in Blättern mit weniger günstiger Exposition die Assimilation dennoch das Optimum erlangen.

Neben der Frage nach der Lichtmenge steht mit gleicher Betonung auch die der spektralen Zusammensetzung des Kunstlichtes. So unvollständig die Kenntnisse über die physiologische Wirkung der einzelnen Spektralbereiche noch sind, so kennen wir doch die Wellenlängen, die die Assimilation vermitteln, und jene, die ausgeprägte formative Wirkungen auf das pflanzliche Wachstum ausüben (6). Soll eine Aussage über die physiologische Brauchbarkeit einer Beleuchtung gemacht werden, so ergibt sich, daß die bislang aus praktischen Gründen und, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten zu erlauben, verwendete Maßeinheit „Lux“ keinen ausreichenden Maßstab liefern kann (7). Dies beruht auf der unterschiedlichen Empfindlichkeit von Photozellen gegen-

über den einzelnen Spektralbereichen; dadurch werden nämlich besonders die Wellenlängen des Grün und Gelb erfaßt, von denen wir wissen (6), daß sie kaum eine entscheidende Funktion im Stoffwechsel der Pflanze erfüllen.

Ein geeigneteres Maß, die Strahlenleistung eines künstlichen Lichtes zu kennzeichnen, ist die Leistungsangabe der einzelnen Spektralbereiche in Watt pro Flächeneinheit.

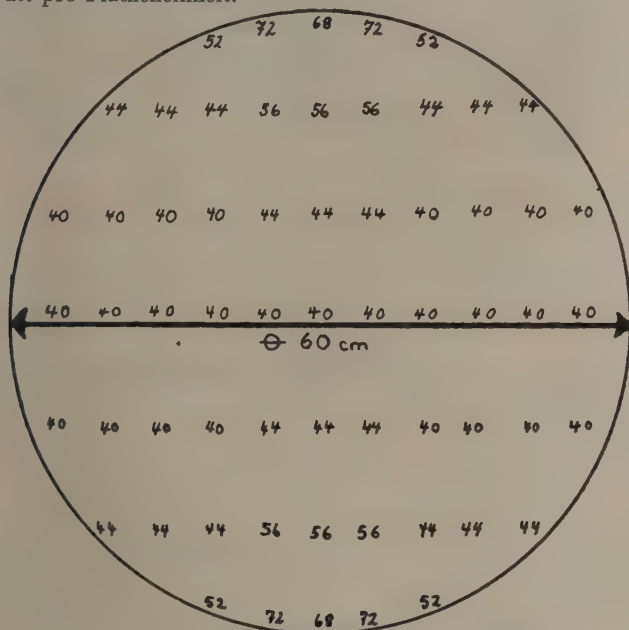


Abb. 6. Die Verteilung der Lichtintensitäten in der Kammer (in 1000 Lux)

Tab. 1 enthält die spektrale Strahldichtevertelung der HQL 400 im sichtbaren Bereich nach Angaben der Firma Osram.

Tabelle 1. Spektrale Strahldichtevertelung der HQL 400 W im sichtbaren Bereich des Spektrums

Wellenlänge in nm	Leistung in W
300—420	4,7
420—440	7,4
440—460	0,37
460—510	1,13
510—560	13,6
560—610	16,16
610—660	11,2
660—760	9,5
	<hr/> 64,5 W

Aus diesen Werten geht hervor, daß sich das Licht der HQL aus ca. 21 % blauem, ca. 45 % grün-gelbem und 32 % rotem Licht zusammensetzt.

Für das Wachstum der Pflanzen ist das Verhältnis von Blau : Rot ausschlaggebend. Es beträgt für die HQL 1 : 1,5. Nach R u g e (6) soll ein Mischungsverhältnis von 1 : 7 optimal sein. Zieht man aber die Relation von Blau : Rot im terrestrischen Spektrum der Sonne an einem klaren Tag als Vergleich heran, so kann nach Messungen von D o r n o (11), P e t i t (12) und L a n g l e y (13) angenommen werden, daß die Verhältniszahl zwischen 0,7–2,4 liegt. Die jüngsten uns vorliegenden Daten von M i d d l e t o n (14) ergeben ein Verhältnis von 1 : 1,3. Danach würde das Mischungsverhältnis von Blau : Rot im HQL-Spektrum gut

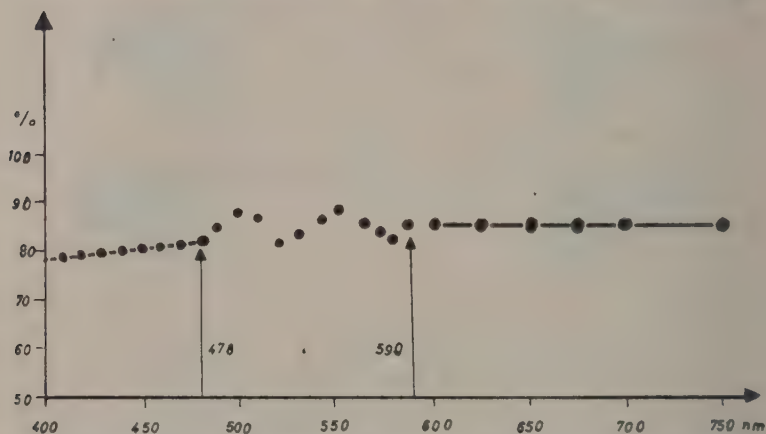


Abb. 7. Lichtabsorption einer ca. 60 μ starken Polyäthylenfolie. Abszisse: Wellenlänge in nm; Ordinate: Lichtdurchgang durch die Folie in % der Ausgangsintensität

in dem Bereich der Werte für das Sonnenspektrum liegen. — Da der UV — Bereich im HQL-Spektrum abgeschnitten und der Infrarot-Bereich schwach ist, kann ihr Licht als durchaus günstig für die Anzucht von Pflanzen beurteilt werden.

In der beschriebenen Versuchsanordnung wird auch der CO_2 -Verbrauch und -Ausstoß durch Assimilation und Atmung gemessen; daher befinden sich die Pflanzen in Kammern aus Polyäthylenfolie. Abb. 8 zeigt den Aufbau einer solchen Kammer. Die Wandstärke der verwendeten Polyäthylenfolie beträgt $60 \pm 10 \mu$. Die Werte der Lichtverteilung innerhalb einer solchen Kammer wurden in Abb. 6 gegeben. Da sie jedoch in Lux gemessen wurden, ist hieraus nicht zu entnehmen, ob durch die Folie nicht eine selektive Filterung entsteht. Daher wurde noch die Absorptionseigenschaft der Folie untersucht. Abb. 7 zeigt das Ergebnis der Absorptionsmessung mit einem Beckman-Spektralphotometer, Modell DU.

In den beiden Bereichen, welchen lichtphysiologisch die größte Bedeutung zukommt, tritt also ein Verlust von annähernd 20 % zwischen 400–475 nm und von 15 % zwischen 590–760 nm auf. Pro Lampe erreichen 10,9 W im Blau und 17,6 W im Rot die Pflanzen in dem Kulturgefäß. Es liegt damit ein Verhältnis von Blau : Rot wie 1 : 1,6 vor, welches praktisch gleiche Bedingungen wie das Sonnenlicht bietet. Unsere Wachstumsergebnisse bestätigen diese Überlegungen.

Bevor die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse in der Anordnung behandelt werden, soll der Aufbau der Kammern beschrieben werden.

Die Pflanzenkammer

a) Aufbau

Die Kontrolle des CO_2 -Stoffwechsels der Versuchspflanzen macht eine Kultivierung in einem geschlossenem System notwendig; es mußten hierfür passende Gefäße entwickelt werden. Schwierigkeiten macht die Größe der Kammern, da auch hohe Pflanzen gezogen werden sollten. Außerdem mußten sie veränderlich sein, um sie der Pflanzenhöhe anpassen zu können. Abb. 8 gibt eine schematische Darstellung einer solchen Kammer.

Da ein einwandfreies Abdichten einer großen Assimilationskammer mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist, haben wir das Überdruckverfahren angewendet. Hierbei wird mehr Luft in die Kammer gepreßt, als für Analysenzwecke abgesaugt wird; die Strömungsgeschwindigkeit durch die Analysen-Kammer des Uras soll nur ca. 2 l/Min. betragen. Der Überschuß an Luft tritt an undichten Stellen bzw. aus einer Ventilöffnung in der Deckplatte des Gefäßes aus. Unter unseren Bedingungen herrscht in der Kammer ein Überdruck von 1–2 mm Wassersäule, der das Einbrechen von Außenluft in die Kammer vollständig verhindert.

b) Die Luftfeuchtigkeit in der Kammer

Durch die Transpiration der Pflanzen entsteht in den Kammern rasch eine extrem hohe rel. Luftfeuchtigkeit, die unter natürlichen Bedingungen höchstens vorübergehend beobachtet werden kann (15). Die Kammer enthält deshalb eine unter der Deckplatte angebrachte Vorrichtung zum Kondensieren des Transpirationswassers. Sie besteht aus einer Kupferrohrschlange von insgesamt 2 m Länge und 10 mm \varnothing , durch die Leitungswasser geschickt wird. Die Temperatur des Wassers schwankt in Abhängigkeit von der Jahreszeit zwischen 10° und 15° C. Da in der Kammer bei wärmeliebenden Versuchspflanzen (es wurde bisher mit Mais, Tabak und Reben gearbeitet) Temperaturen um 30° C herrschen, reicht die Temperaturdifferenz zwischen der Kupferrohrschlange und der Kammerluft aus, um die relative Luftfeuchtigkeit in dem Bereich von 60 % rel. Luftfeuchtigkeit während der Lichtperiode zu halten. (Siehe Abb. 9). Gleichzeitig dient diese Vorrichtung zur Ermittlung der Transpirationsaktivität, da das kondensierte Wasser aus der Kammer in Meßgeräte abgeleitet wird.

In dem ca. 20° C warmen Kondenswasser löst sich durch den äußerst geringen CO₂-Druck der atmosphärischen Luft praktisch keine Kohlensäure. Diese „Fehlerquelle“ kann daher vernachlässigt werden.

c) Die Temperatur in der Versuchskammer

Um die von den Lampen entwickelte Wärme abzuführen und das Ansteigen der Temperatur in den Kammern zu begrenzen, wird durch den



Abb. 8. Aufbau einer Pflanzenkammer zur Messung der Assimilation

- 1 Kammerwand aus Polyäthylenfolie ca. 60 µ stark.
- 2 Eternitgefäß mit Polystyrollackanstrich 60 × 20 × 18 cm für Nährlösung.
- 3 Filterkerze der Fa. Schuhmacher/Bietigheim mit Körnung 10, zur Belüftung der Nährlösung.
- 4 Holzrost mit Chlorkautschuklack gestrichen.
- 5 Meßgefäß für kondensiertes Transpirationswasser.
- 6 Eisenbandkranz zu Befestigen der Folie.
- 7 Deckplatte aus Spanholz.
- 8 Kühlschlange zum Kondensieren des Transpirationswassers.
- 9 Ableitung des Transpirationswassers.
- 10 Luftzuführung.
- 11 Luftabsaugrohr.
- 12 Ventil zum Ausgleich entstehenden Überdruckes und Öffnung zum Einführen weitere Meßgeräte (Thermoelemente).
- 13 Haken zum Aufhängen der Kammer.

Raum, in dem die Pflanzenkammern stehen, mit Hilfe eines Exhaustors ein starker Luftstrom gesogen. Da die Wärmekapazität der Luft klein ist, sind für eine ausreichende Kühlung große Luftmengen erforderlich. Mit einem Gebläse, welches 5300 m^3 Luft/h fördert und damit die Luft des Versuchsraumes 100mal in der Stunde erneuert, ist die notwendige Kühlung erreicht worden. Abb. 9 zeigt den Temperaturgang in einer Assimilationskammer; sie beweist, daß das Temperaturoptimum nicht wesentlich überschritten wird.

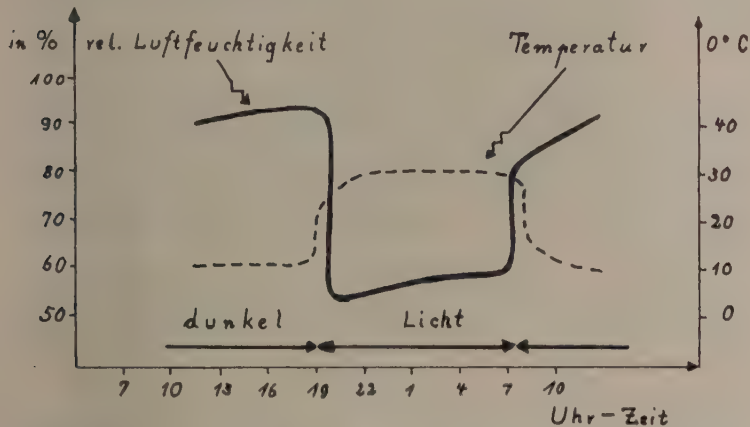


Abb. 9. Verlauf von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit während einer Hell-Dunkelperiode in der Assimilationskammer

Um den Grad der Erwärmung der Pflanzen während einer Lichtperiode festzustellen, wurden die Blatttemperaturen mit Thermoelementen gemessen. Nach einer 12-stündigen Beleuchtungszeit zeigten die Blätter auf der Blattlamina eine Temperatur, die um $1-2^\circ \text{C}$ unter der Lufttemperatur lagen, während die Adern (gemessen an Tabakpflanzen) eine Erhöhung um $1-2^\circ \text{C}$ über die Umgebungstemperatur aufwiesen.

Das Problem, Pflanzen in geschlossenen Systemen zu kultivieren, wirft immer die Frage auf, inwieweit bei ihnen die Stoffwechselvorgänge normal ablaufen. B o s i a n (16) hat verschiedentlich auf das Anormale des „Küvettenklimas“ hingewiesen, welches z. B. die Assimilation erheblich beeinflussen kann. Bei unseren großen Kammern tritt dieser Effekt nicht auf, da die kritischen Temperaturen nicht erreicht werden. Den Beweis für die Gleichmäßigkeit der Assimilation liefert die Analyse des CO_2 -Gehaltes der Luft in den Kammern, in denen Tabak, Mais und Reben einer 24-stündigen Dauerlichtperiode ausgesetzt wurden. Die Assimilation blieb über den gesamten Zeitraum konstant.

Über das assimilatorische Verhalten der Versuchspflanzen in den Kammern wird in Kürze eingehend berichtet werden.

d) Der Luftkreislauf für die Messung des CO_2 -Gaswechsels

Wie dem Schema in Abb. 2 zu entnehmen ist, wird die Luft mittels eines Gebläses regelbar über Strömungsmeßgeräte (normale Gaszähler) in die Kammern gedrückt. Ein Teil dieser Luft wird zur Analyse nach Trocknung in einer Gefrierfalle und anschließender Nachtrocknung mit H_2SO_4 über einen Gasströmungsmesser und Gasumschalter in die Analysenkammer des Uras gesaugt. Hierzu dient eine Pfeiffer-Kreiselpumpe am Ende dieses Luftkreislaufes. Das Ergebnis der Analyse wird mit einem Sechsfarbensreiber laufend registriert.

Zusammenfassung

Pflanzenphysiologische Untersuchungen, bei welchen rasch ablaufende Stoffwechselvorgänge gemessen werden sollen, verlangen ein physiologisch gleichwertiges Material. Dies ist unter normalen Bedingungen nicht zu gewinnen, da der Grundvorgang der pflanzlichen Stoffherzeugung, die Assimilation, von einer Reihe von Faktoren abhängt, welche sich in der Natur laufend ändern. Eine standardisierte Pflanzenaufzucht ist daher unumgänglich.

Es wurde eine verhältnismäßig einfache und preisgünstige Einrichtung beschrieben, welche allen notwendigen Anforderungen entspricht und es gleichzeitig erlaubt, den CO_2 -Gasstoffwechsel ganzer Pflanzen ständig zu verfolgen.

Literatur

1. Egle, K., und A. Ernst, Die Verwendung des Ultrarotabsorptionsschreibers für die vollautomatische und fortlaufende CO_2 -Analyse bei Assimilations-Atmungsmessungen an Pflanzen. Ztschr. Naturforschung **4b**, 1949, 351—360.
2. Schropp, W., Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- u. Untersuchungsmethodik, Methodenbuch Bd. VIII, der Vegetationsversuch 1. Die Methodik der Wasserkultur höherer Pflanzen. Radebeul u. Berlin 1951.
3. Nuernbergk, E. L., Die Technik der Kunstlichtbeleuchtung. Angew. Bot. **23**, 1959, 71—92.
4. Nicolaisen, Anwendung von zusätzlicher Beleuchtung bei der Anzucht von Gemüsejungpflanzen. Landwirtschaft — Angewandte Wissenschaft. Vorträge der 12. Hochschultagung der landwirtschaftlichen Fakultät Bonn, Landwirtschaftsverlag GmbH Münster 1958. S. 68—103.
5. Vogel, R., Über Strahlungseinflüsse auf die Stomatabewegung, sowie deren Bedeutung für die Anwendung von Kunstlicht zur Pflanzenanzucht. Dissertation, Techn. Hochschule Hannover, 1959.
6. Ruge, U., Die lichtphysiologischen Grundlagen der Pflanzenbeleuchtung. Angew. Bot. **32**, 1958, 207—220.
7. Nuernbergk, E. L., Das Wirkungsspektrum des Photoperiodismus und photoformativen Effektes. Zur Technik der Strahlenmessungen. Ztschr. Bot. **42**, 1954, 247—269.
8. Guttentberg, H. v., Lehrbuch der Allgemeinen Botanik. Berlin 1952, S. 450.

9. R ü s c h, I., und I. M ü l l e r, Die Verwendung der Xenonhochdrucklampe zu Assimilationsversuchen. Ber. dtsch. bot. Ges. **70**, 1957, 489—500.
10. P i s e k, A., und E. W i n k l e r, Licht- u. Temperaturabhängigkeit der CO₂-Assimilation von Fichte und Sonnenblume. Planta **53**, 1959, 532 bis 550.
11. L u n d e g ä r d, H., Klima und Boden, 4. Aufl., Jena 1954, S. 15.
12. P e t t i t, E., Spectral energy-curve of the sun in the ultraviolet. Ap. J. **91**, 1940, 159. Zitiert nach: K i e n l e, H.: Das kontinuierliche Spektrum und die Farbtemperatur der Sonne im Bereich von 3000 bis 7000 Å. Naturwissenschaften. **29**, 1941, 124—129.
13. L a n g l e y, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. 7. Jena 1912, S. 839.
14. M i d d l e t o n: The overcast sky. J. opt. Soc. Amer. **44**, 1954, 793—798.
15. G e i g e r, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1950. S. 70—97.
16. B o s i a n, G., Die CO₂-Assimilation bei auf Standorttemperatur und relative Feuchtigkeit vollautomatisch reguliertem Küvettenklima. Ber. d. dtsch. bot. Ges. **72**, 1959 (18)—(20).

Aus dem Institut für Forstpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft, Hann. Münden

Versuche zum künstlichen Verblauen von Kiefernspiltholz mit dem Pilz *Pullularia pullulans* (de Bary) Berkh. *)

Von
H. Butin

A. Einleitung

Unter den holzbewohnenden Organismen gibt es eine Gruppe von Pilzen, die sich u. a. dadurch auszeichnet, daß sie das Holz bei einem Befall grau oder blau verfärbt. Besonders häufig treten derartige farbliche Veränderungen an den Hirnflächen frischgefällten Nadelholzes und auf der Oberfläche von Schnittholz auf; dort erscheinen sie dann als zartblaue bis schwärzliche Flecken oder Streifen. Aber auch an verarbeitetem Holz können Bläuepilze auftreten, sofern ihnen genügend Feuchtigkeit zur Verfügung steht.

Über die Lebensansprüche der Bläuepilze und die Bedeutung der einzelnen Umweltfaktoren sind in den Arbeiten von Münch (1907/08), Lagerberg, Lundberg u. Melin (1927), Colley u. Rumbold (1930), Lindgren (1942), Theden (1942) und Björkman (1946) einige grundsätzliche Erkenntnisse erarbeitet worden. Besondere Beachtung hat man dem Einfluß der Feuchtigkeit und der Temperatur geschenkt. Es hat sich dabei gezeigt, daß die Ansprüche an den Wassergehalt des Holzes bei den einzelnen Bläuepilzarten zwar unterschiedlich sind, doch gibt es eine obere und eine untere Grenze, welche einen Befall ausschließt. In frischgeschlagenem Holz vermögen Bläuepilze sich nicht zu entwickeln. Beginnt dieses aber nur ein wenig auszutrocknen, so dringen die Hyphen in das Innere des Holzes ein und breiten sich dort weiter aus. Nimmt die Feuchtigkeit weiter ab, so ist bei etwa 25 % Wassergehalt (bez. auf Darrgewicht) die untere Grenze erreicht, bei der kein Wachstum mehr wahrgenommen werden kann.

Fast ebenso entscheidend wie das Wasser-Luft-Verhältnis im Holz ist die Temperatur. Als Minimum für das Verblauen des Kiefernholzes werden 5° C, als Maximum 34° C angegeben. Das Optimum ist je nach der Pilzart verschieden und beträgt nach Lagerberg, Lundberg u. Melin (1927) für die meisten Arten 23° C; andere Autoren berichten jedoch von 25, 27 und 29° C.

In der vorliegenden Mitteilung soll über die Lebensansprüche des Bläuepilzes *Pullularia pullulans* und über die für ein intensives Ver-

*) Teilergebnis einer vom Bundesminister für Wohnungsbau geförderten Forschungsarbeit.

blauen notwendigen Bedingungen berichtet werden. Einige physiologische Daten dieses Pilzes sind zwar von anderen Autoren bereits ermittelt worden. Unsere Untersuchungen sollten jedoch unter einem bestimmten Gesichtspunkt durchgeführt werden; denn es war die Aufgabe gestellt, die biologischen Grundlagen für eine Prüfmethode öliger und grundierender Anstrichmittel mit Bläueschutzwirkung zu schaffen (Butin, 1961). Hierzu konnten die bisherigen Erkenntnisse über das Verblauen des Holzes nicht ohne weiteres verwendet werden, da sie anderen methodischen Voraussetzungen entsprachen. Für unsere Versuche war es daher erforderlich, die optimalen Wachstumsbedingungen von *Pullularia pullulans* erneut zu ermitteln und einige technische Handhabungen auszuarbeiten, die für eine erfolgreiche Anwendung der obengenannten Prüfmethode bläuewidriger Grundiermittel besonders wichtig erschienen.

B. Material und Methodik

a) Kiefernspiltholz-Brettchen

Auf Grund bereits vorliegender Erfahrungen anderer Autoren (Hubert, 1938; Schulz, 1951; Schulze u. Theden, 1951; Schulz, 1952) verwendeten wir für die vorgesehenen Untersuchungen als Unterlage Kiefernspiltholz von *Pinus silvestris*.

Aus einer frisch gefällten, bläuefreien Kiefer wurden aus dem Splintholzanteil Brettchen in einer Abmessung von 9,3 cm × 4,5 cm × 0,9 cm zugeschnitten und je nach Versuchsbedingungen entweder an der Luft oder 8 Stunden bei 65° C getrocknet. Anschließend wurde eine 3 mm breite und 6 mm tiefe Sägekerbe in der Mitte des Brettchens eingeschnitten. Diese Behandlungsart wurde aus Rücksicht auf die spätere Anwendung des Prüfverfahrens durchgeführt. Die Form der verwendeten Brettchen läßt sich aus Abbildung 2 und Abbildung 4 ansehen.

b) Pilzmaterial

Zum künstlichen Verblauen des Holzes wurde ausschließlich *Pullularia pullulans* (de Bary) Berkh. (Stamm P 268) verwendet, die am 22. 10. 1959 aus einer verblauten Zaunlatte in Hann. Münden isoliert und bisher auf Malzagar kultiviert worden war.

Die zahlreichen, über das Vorkommen des Pilzes vorliegenden Literaturangaben weisen auf eine große Häufigkeit und eine weite Verbreitung hin. Außer in der Luft und im Erdboden ist dieser „Allerweltpilz“ auf den verschiedensten organischen Substraten, auf der Rinde und den Blättern von Holzgewächsen, auf Früchten, im Baumsaft, aber auch in edleren Getränken wie Wein und Bier, gefunden worden. Von besonderem Interesse für uns ist sein Vorkommen in geschlagenem und verarbeitetem Holz der Nadelbäume (Robak, 1932; Rennerfelt, 1937; Noudex, 1952). Wird das Holz maltechnisch behandelt, so vermag der Pilz sogar in den Anstrichfilm hineinzuwachsen und gewisse Stoffe der Grundierung und des Lacküberzugs für seine Ernährung aufzuschließen. *P. pullulans* scheint in dieser Hinsicht besonders

geeignet zu sein, denn aus Anstrichstoffen wurde sie von Goll u. Goffey (1948) unter elf anderen Pilzarten am häufigsten isoliert.

Mit dem zweifellos ökologisch eigenartigem Vorkommen des Pilzes verbinden sich besondere physiologische Fähigkeiten, die ebenfalls zu zahlreichen Untersuchungen Anlaß gegeben haben (Übersicht bei Bauer, 1938). Auch in morphologischer Hinsicht weist *P. pullulans* eine große Mannigfaltigkeit auf. So kann sie einmal in Gestalt hefeartiger Sproßzellen, brauner Einzelzellen wie auch im Myzelverband auftreten. Die jeweilige Form ist dabei weitgehend von den Umwelt-

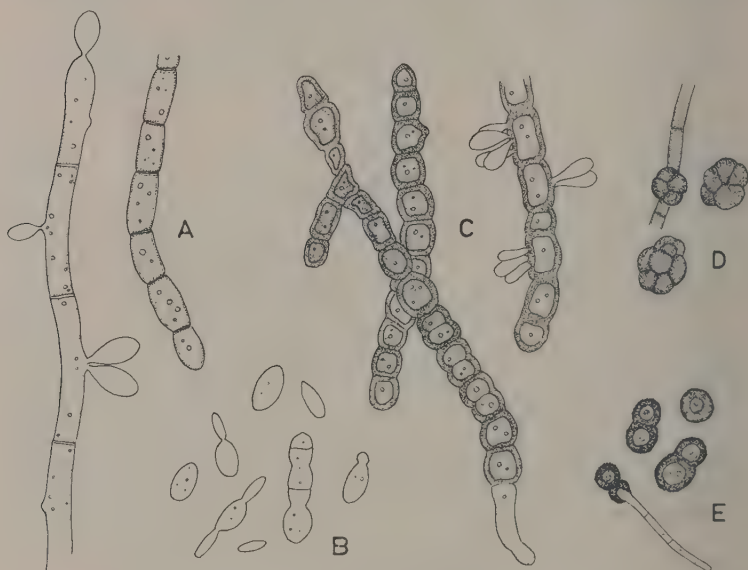


Abb. 1. Formenreichtum bei *Pullularia pullulans*; Vergrößerung 500 \times (Erklärung siehe Text)

verhältnissen (Temperatur, Feuchtigkeit, Nährstoffangebot, Sauerstoffzufuhr usw.) abhängig. Von dem verschieden möglichen Aussehen des Pilzes sind in Abb. 1 einige Beispiele wiedergegeben, die die außerordentliche Formenmannigfaltigkeit von *P. pullulans* erkennen lassen. Bei Sauerstoffarmut, aber sonst günstigen Lebensbedingungen entstehen sowohl in flüssigen Nährmedien als auch im Holz hyaline bis bräunlich gefärbte Myzelfäden, an deren einzelnen Gliedern selbst wieder zahlreiche, meist pleurogene, farblose Konidien beobachtet werden können (A in Abb. 1); diese lösen sich vom Myzelfaden bald ab (B) und vermögen unverzüglich wieder auszukeimen. Bei reichlichem Luftzutritt werden in stärkerem Maße oliv-braune Zellreihen von kettenartigem Aufbau (C) oder Zellkolonien (D) gebildet. Bei ungünstigeren Lebensbedingungen, wie z. B. bei geringem Feuchtigkeitsangebot oder hoher

Temperatur, beschränkt sich das Wachstum des Pilzes auf die Bildung dickwandiger und dunkelbraun gefärbter Einzel- oder Doppelzellen (E), die den Charakter von Chlamydosporen besitzen.

Die systematische Stellung des Pilzes ist noch unklar. Das imperfekte Stadium ist dagegen, der vielen morphologisch verschiedenen Formen wegen, um so häufiger beschrieben worden. Der früher als *Dematium pullulans* de Bary bekannte Pilz wird heute allgemein mit dem Namen *Pullularia pullulans* (de Bary) Berkh. belegt. Neuerdings wird von v. Arx (1957) wieder der Name *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud empfohlen.

Zur Beimpfung der Kiefernspilnholz-Brettchen wurde eine Sporensuspension von *P. pullulans* verwendet, die in einer Nährlösung von bestimmtem pH-Wert angezogen wurde. Zunächst wurde das notwendige Impfmateriel in üblicher Weise in Reagenzgläsern auf schrägem Malzagar (1,5 % Malzextrakt, 2 % Agar) kultiviert. Nach etwa 8tägiger Aufbewahrungszeit bei 23° C konnte die dann schwärzlich aussehende, hefeartig erscheinende Kultur für die Infektion der Nährlösung verwendet werden. Bei der Herstellung dieser Lösung gingen wir von einer Citrat-Pufferlösung mit einem pH-Wert von 4,2 aus, der soviel Malzextrakt zugesetzt wurde, wie für eine 2 %ige Lösung notwendig war. Von dieser Lösung wurden jeweils 150 ml in 300 ml fassende Erlenmeyerkolben eingefüllt und in strömendem Dampf fraktioniert sterilisiert. Nach Erkalten wurden die Flaschen mit je zwei kleinen pilzbewachsenen Agarstückchen aus einer Reinkultur von *P. pullulans* beimpft und in einem Thermostaten von 26° C aufgestellt. Nach 5 Tagen hatten sich genügend Konidien gebildet, so daß die Lösung für Impfzwecke verwendet werden konnte. Die Infektion erfolgte, wenn nichts anderes angegeben, durch Aufbringen von je 15 ml der fertigen Sporensuspension auf die in Kolleschalen eingebauten sterilisierten Brettchen. Anschließend wurden die präparierten Schalen für die Dauer von 4 Wochen in einem Klimaraum von 26° C oder im Thermostaten mit anderen Temperaturwerten aufgestellt. Um Feuchtigkeitsveränderungen zu vermeiden, wurden die Öffnungen der Kolleschalen vorher mit dicht abschließenden Polyäthylenfolien verschlossen. Bedenken hinsichtlich einer mangelnden Sauerstoffversorgung bestanden dabei nicht.

C. Versuchsdurchführung

a) Abhängigkeit der Verblauung vom Alter des Holzes

Bei der Entwicklung eines biologischen Prüfverfahrens zur Bewertung bläuewidriger Grundiermittel lag ein doppeltes Problem vor. Einmal mußten die optimalen Lebensbedingungen des Testpilzes ermittelt werden; zum anderen sollte eine geeignete Unterlage gefunden werden, deren Eigenschaften sich auch auf längere Sicht hin nicht veränderten. Mit der letzten Frage haben sich bereits verschiedene Autoren (H u b e r t, 1938; S c h u l z, 1951; S c h u l z e u. T h e d e n, 1951) beschäftigt. Mit der Verwendung von Kiefernspilnholz, welches sich für Versuche mit Bläue-

pilzen als besonders geeignet erwies, ist die Frage der erfolgreichen Anwendung jedoch nur bedingt gelöst; denn auch das Holz ist ein biologisches Objekt, welches verschiedenen Veränderungen unterworfen ist und damit nicht zu jedem Zeitpunkt vergleichbare Werte liefert. Ein Teilproblem ist diesbezüglich von Schulz (1951) untersucht worden, als er die Verwendbarkeit frischgeschlagenen, gelagerten und gedarrten Holzes prüfte. Er stellte fest, daß zwischen darrtrockenem und waldfrischem Kiefernholz bei gleichem Wassergehalt ein großer Unterschied im Grad der Verblauungsmöglichkeit besteht. Seine Untersuchungen führten zu dem Schluß, daß durch langsame Trocknung des Holzes das Pilzwachstum nachteilig beeinflußt wird. Dieser Alterungseffekt („Splintalterung“) konnte jedoch dann ausgeschaltet werden, wenn frischgeschlagenes Holz sofort bei 105° C gedarrt wurde. Eine spätere, mit verschiedenen Bläuepilz-Arten eingeleitete künstliche Verblauung erreichte unter diesen Umständen bei den gedarrten Kiefernspiltholz-Brettchen dann die gleiche Intensität wie bei frischgeschlagenem Holz.

Für unsere Versuche erschien es erforderlich, die Frage der besten Konservierung von Kiefernspiltholz-Brettchen für einen Befall durch *P. pullulans* erneut aufzugreifen und gleichzeitig mit dieser Frage auch die Haltbarkeit der durch Hitzebehandlung stabilisierten Brettchen zu prüfen. Bei dem folgenden Versuch galt es festzustellen, wie lange die Bereitschaft des Holzes für eine intensive Verblauung anhält, und wie lange demnach Kiefernspiltholz-Brettchen für Testzwecke aufbewahrt werden können.

Als Ausgangsmaterial dienten frische Kiefernspiltholz-Brettchen, von denen ein Teil an der Luft getrocknet, eine weitere Anzahl sofort 8 Stunden bei 65° C bzw. 105° C gedarrt und anschließend verschieden lange bei Zimmertemperatur gelagert wurde. Ein dritter Teil kam ohne weitere Vorbehandlung zur Verwendung.

Die Infektion erfolgte durch Aufbringen von 15 ml einer wässrigen Sporensuspension von *P. pullulans*. Vier Wochen später wurde der Versuch ausgewertet.

Die Ergebnisse dieses Versuches, die auszugsweise in Abbildung 2 wiedergegeben sind, haben die Beobachtungen von Schulz (1951) bestätigen können, daß mit der Lagerungsdauer von unbehandeltem, luftgetrocknetem Kiefernspiltholz die Neigung zum Verblauen stark abnimmt, und daß durch eine vorgeschaltete Hitzebehandlung die Verblauungsfähigkeit des Holzes uneingeschränkt erhalten bleibt. Die durch eine Hitzebehandlung eingeleitete Stabilisierung der Brettchen scheint jedoch nach unseren Versuchen bedeutend länger anzuhalten, als von Schulz angenommen worden ist. Gegenüber seiner Beobachtung, daß gedarrtes Holz mindestens ½ Jahr für Bläueprüfungen verwendbar sei, konnten wir feststellen, daß bei gleicher Vorbehandlung Kiefernspiltholz selbst nach 9 Jahren noch unvermindert von *P. pullulans* verblaut wird. Für eine Prüfung bläuewidriger Grundiermittel ergibt sich dadurch eine merkbliche technische Erleichterung, daß nämlich stabilisierte Kiefernspiltholz-Brettchen praktisch 10 Jahre ohne Bedenken für Testzwecke aufbewahrt und verwendet werden können.

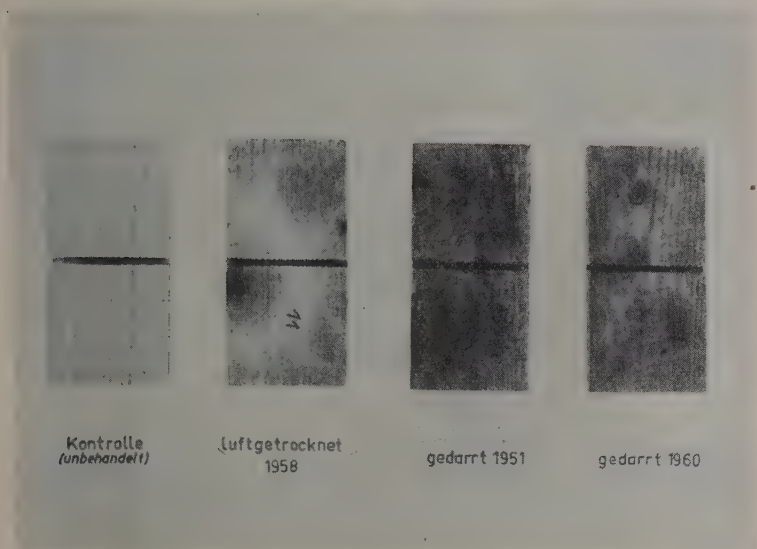


Abb. 2. Unterschiedliche Verblauung von gedarrten (105°C) und luftgetrockneten Kiefernspilnholz-Brettchen in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer. Versuchsdurchführung: 15. 3. 1960; Testpilz: *Pullularia pullulans*

b) Abhängigkeit der Verblauung von der Trocknungstemperatur der Brettchen

Die Untersuchungen über den Einfluß höherer Temperatur auf die Eigenschaften des Holzes in Bezug auf ein späteres Verblauen haben gezeigt, daß mit Hilfe einer Hitzebehandlung eine Stabilisierung bestimmter Holzeigenschaften herbeigeführt werden kann. Nach den Untersuchungen von Schulz (1951) wird hierbei vermutlich die Bildung von Oxydationsprodukten des Harzes unterbunden, die das Wachstum von Bläupilzen beeinflussen können. Sehr wahrscheinlich sind mit der Hitzeeinwirkung noch andere Vorgänge verknüpft, deren Aufklärung hier allerdings von untergeordneter Bedeutung ist.

Um über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Eigenschaft des Holzes im Hinblick auf seine Verblauung Aufschluß zu gewinnen, haben wir je 5 Versuchsbrettchen bei Temperaturen von 25 , 45 , 65 , 85 und 105°C getrocknet und ohne Lagerung sofort mit Bläupilzsporen beimpft. Nach Beendigung des Versuches wurden die Brettchen mit Hilfe eines kleinen Beiles mehrfach aufgespalten und die Stärke der Verblauung der Brettchen verglichen. Es zeigte sich dabei, daß bei der Einwirkung höherer Temperaturen (85 und 105°C) die Gefahr besteht, daß die harzreichen Inhaltsstoffe des Kiefernspilnholzes miteinander in Verbindung treten und das Holz stellenweise so stark durchtränken, daß ein gleichmäßiges Verblauen nicht mehr gewährleistet ist. Die bei 25 ,

45 und 65° C getrockneten Brettchen waren dagegen in allen Teilen gleichmäßig von Bläuepilzen durchwachsen.

In weiteren Versuchen haben wir schließlich die Temperatur von 65° C ermittelt, die neben einer einheitlichen Verblauung gleichzeitig auch eine ausreichende Stabilisierung der Versuchsbrettchen gewährleistet.

c) Sterilisation der Versuchsbrettchen

Die besondere Art des Verwendungszwecks der Brettchen für das schon mehrfach genannte Prüfverfahren (Butin, 1961) macht es erforderlich, die Versuchsbrettchen vor dem Beimpfen keimfrei zu machen. Als besonders geeignet hierfür hat sich die Kaltsterilisation erwiesen. Diese chemische Methode beruht auf der Abtötung von Mikroorganismen durch Vergiftung mittels stark wirksamer anorganischer oder organischer Verbindungen. Als Voraussetzungen für unsere Versuche galten rasche und fungizide Wirksamkeit, leichte Eindringbarkeit und Unbedenklichkeit hinsichtlich der chemischen oder physikalischen Veränderung von Holzeigenschaften. Von verschiedenen geprüften Stoffen haben wir ein Präparat ausgewählt, welches allen Bedingungen in ausreichendem Maße entspricht. Es handelt sich um Propylenoxyd, welches bereits mehrfach schon (Hansen u. Snyder, 1947; Tyner, 1958; Gäumann u. Kern, 1959) in der Mikrobiologie zur partiellen Sterilisation angewandt worden ist. Propylenoxyd ist eine klare, farblose, flüchtige und leicht entflammbare Flüssigkeit mit einem Siedepunkt von 34-35° C.

Um über die für eine Sterilisation notwendige Menge des Mittels Aufschluß zu erhalten, wurde folgender Versuch durchgeführt: Frisch gedarrte Kiefernspiltholz-Brettchen wurden kurzfristig in eine wässrige Sporensuspension von *Trichoderma lignorum*, einem häufigen, bei Verunreinigungen von Reinkulturen auftretenden Schimmelpilz, eingetaucht und in Kolleschalen eingebaut. Anschließend wurden je zwei Parallelen mit unterschiedlichen Mengen von Propylenoxyd beschickt. Um ein vorzeitiges Entweichen des Gases zu vermeiden, wurden die mit Watte verschlossenen Öffnungen der Kolleschalen zusätzlich mit Kunststoffhauben aus Polyäthylen überzogen. Nach 12 Stunden wurden die Schutzhüllen abgenommen, so daß das Gas nach außen entweichen konnte. Nach weiteren drei Tagen wurden die Kolleschalen in einem Raum von 23° C aufgestellt und nach drei Wochen ausgewertet.

Das Ergebnis ist auszugsweise in Abbildung 3 zusammengestellt. Ein Befall von grünen Schimmelpilzrasen war auf denjenigen Brettchen erkennbar, die mit einer Propylenoxyd-Menge bis 0.5 ml behandelt worden waren. Mit 1 ml wurde bereits ein voller Sterilisationserfolg erzielt, der sich auch bei einer längeren Kulturzeit der mit *Trichoderma* beimpften Brettchen als dauerhaft erwies.

Aus dem Versuch kann geschlossen werden, daß mit 1 ml Propylenoxyd eine ausreichende Sterilisation von feuchten Kiefernspiltholz-Brettchen herbeigeführt werden kann. In einem Vergleichsversuch hat sich herausgestellt, daß die gleiche Wirkung auch bei lufttrockenen Brettchen eintritt; ein vorheriges Befeuchten der Brettchen, wie es ge-

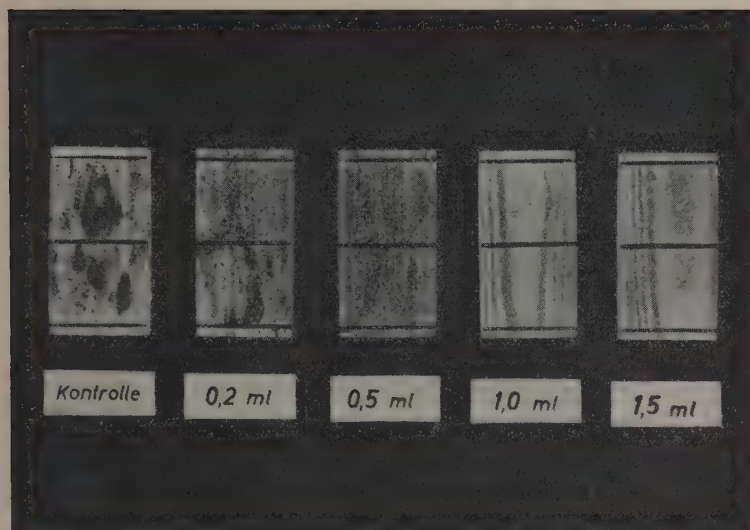


Abb. 3. Ermittlung der für eine Sterilisation notwendigen Menge Propylenoxyd. Unterlage: Kiefernspilnholz-Brettchen; Testpilz: *Trichoderma lignorum*. Eine volle Sterilisation wird bei Zugabe von 1 ml Propylenoxyd erreicht

legendlich bei anderen Objekten angegeben wird, scheint demnach nicht erforderlich zu sein. Mit Propylenoxyd sterilisierte Brettchen erwiesen sich schließlich für einen Test mit Bläuepilzen ebenso geeignet wie solche, die zu Vergleichszwecken im Dampftopf sterilisiert worden waren. Bedenken hinsichtlich unerwünschter Folgeerscheinungen bestanden demnach bei der Anwendung von Propylenoxyd nicht.

d) Abhängigkeit der Verblauung von der Feuchtigkeitsmenge der Versuchsbrettchen

Über die Abhängigkeit des Bläuepilzwachstums vom Wassergehalt des Holzes sind von Lagerberg, Lundberg u. Melin (1927) bereits exakte Unterlagen geschaffen worden, die durch Untersuchungen von Colley u. Rumbold (1930), Lindgren (1942), Theden (1942) und Björkman (1946) erweitert worden sind. Die Resultate lassen erkennen, daß sowohl wassergesättigtes als auch lufttrockenes Holz praktisch von Bläuepilzen nicht befallen wird. Die meisten Bläuepilze finden günstige Wachstumsbedingungen erst bei einem Wassergehalt zwischen 30 und 65 %, bez. auf darrtrockenes Holz. Auch *P. pullulans* hat innerhalb dieser Werte ihr optimales Wachstum; sie vermag erst dann nicht mehr zu wachsen, wenn die untere Grenze von 26 % erreicht wird (Rennerfelt, 1941 b).

Aus Erfordernissen einer späteren praktischen Anwendung des Verfahrens war es erforderlich, die für *P. pullulans* günstigsten Feuchtig-

keitsbedingungen empirisch durch Tränken einzelner Brettchen mit verschiedener Wassermenge zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden Versuchsbrettchen in Kolleschalen eingebaut, sterilisiert und mit unterschiedlicher Flüssigkeitsmenge aber quantitativ gleichem Sporenangebot beschickt.

Das Ergebnis ist auszugsweise in Abbildung 4 dargestellt. Das beste Wachstum fanden wir bei einer Zugabe von 15 ml Flüssigkeit; oberhalb und unterhalb dieses Wertes war die Verblauung weniger stark ausge-

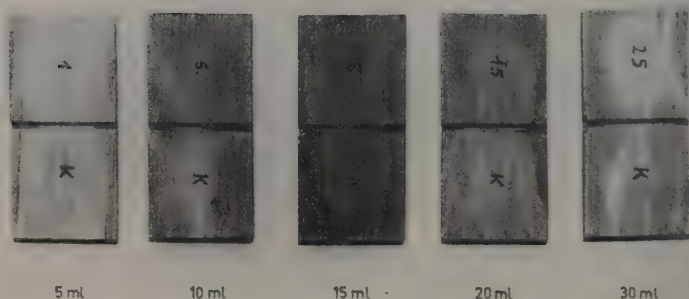


Abb. 4. Abhängigkeit der Verblauung gedarrter Kiefernspiltholz-Brettchen von der Feuchtigkeit. Die optimale Verblauung wird bei Zugabe von 15 ml der wäßrigen Impflösung erreicht

prägt. Bei 0,5 und 30 ml schien sie fast gänzlich zu verlöschen. Die Feuchtigkeitsmenge von 15 ml scheint demnach zum Verblauen der in unseren Versuchen benutzten Kiefernspiltholz-Brettchen am geeignetsten zu sein.

e) Abhängigkeit der Verblauung von der Temperatur

Soweit die Bläuepilze in wirtschaftlicher Hinsicht eine Bedeutung haben, z. B. beim Verblauen von geschlagenem Nadelholz, wird dem Temperaturfaktor mehr als allen anderen Umwelteinflüssen eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Jeder Forstmann weiß, daß man Kiefern nicht in den warmen Sommermonaten schlägt, da in dieser wärmebegünstigten Zeit die Gefahr des Verblauens besonders groß ist. Das

Optimum ist je nach Pilzart zwar unterschiedlich; für die meisten Arten liegt es jedoch zwischen 22 und 29° C.

Für unsere Versuche war es wünschenswert, eine Temperatur einzustellen, die etwa dem Optimum von *P. pullulans* entspricht. Von Rennerfelt (1941 a) ist zwar als optimale Temperatur für *P. pullulans* 27° C angegeben; seine Versuchsreihe wurde jedoch mit Temperaturunterschieden von jeweils 5° C angelegt, so daß von seiner Angabe keine große Genauigkeit erwartet werden konnte. Für die besonderen Anforderungen unserer Untersuchungen war es darüber hinaus notwendig, das Wachstumsoptimum indirekt anhand der Geschwindigkeit abzulesen, mit welcher die Oberfläche des Versuchsbrettchens verblaute. Rennerfelt ermittelte dagegen das Wachstumsoptimum durch Myzelgewichtsbestimmungen von Kulturen, die in verschiedenen flüssigen Nährmedien herangezogen worden waren.

Entsprechend unserem Versuchsziel wurden je 4 Parallelen gleichartiger, in Kolleschalen eingebauter Brettchen mit 15 ml einer Sporensuspension von *P. pullulans* beimpft und anschließend in Thermostaten jeweils 2° unterschiedlicher Temperaturen aufgestellt. Nach 10 Tagen wurde der Versuch als beendet angesehen und ausgewertet.

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist, zeigt der Kurvenverlauf einen Anstieg des Wachstums von 4° bis etwa 26° C, um dann wieder rasch abzufallen und bei 34° schließlich zu enden. Für unsere Versuche ist ausschließlich das Wachstumsoptimum des Pilzes von Interesse, welches in dieser Versuchsdurchführung wahrscheinlich auch den einzig gültigen Wert darstellt; denn zur Ermittlung des Minimum- und Maximumwertes

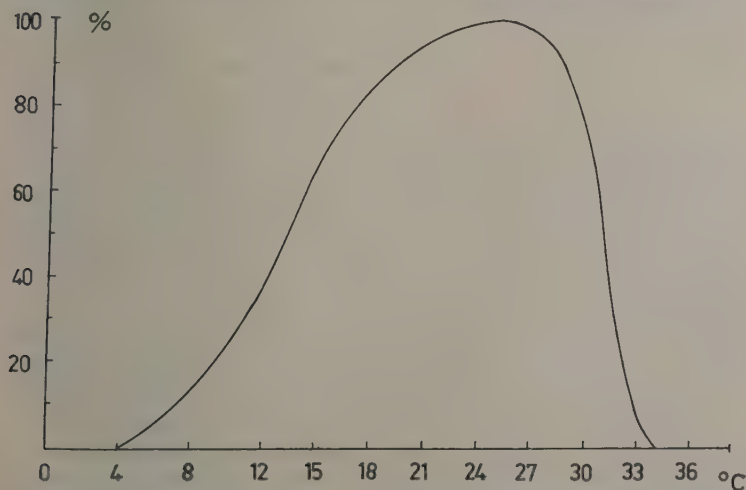


Abb. 5. Abhängigkeit der Verblauung gedarrter Kiefernspilnholz-Brettchen von der Temperatur. Die Ordinate gibt den Anteil der verblauten Brettchen-Oberseite, bezogen auf 10 Tage, an. Die rascheste Verblauung wird hier bei 26° C erzielt

würde die für diesen Versuch eingeräumte Zeit von 10 Tagen nicht genügen. Bei längerer Versuchszeit wäre eine Verschiebung des in der Kurve aufgetragenen Minimumwertes auf niedrigere Temperaturen und des Maximumwertes vermutlich auf einen höheren Temperaturwert zu erwarten.

Für die praktische Anwendung dieses Ergebnisses kann der Schluß gezogen werden, daß bei optimaler Einstellung aller anderen Versuchsfaktoren die Temperatur von 26° C die günstigste Voraussetzung für ein schnelles und gleichmäßiges Verblauen von Kiefernspiltholz-Brettern durch *P. pullulans* bietet.

Außer auf die Wachstumsgeschwindigkeit hat die Temperatur auch auf die morphologische Ausgestaltung des Pilzes erheblichen Einfluß. Bei niedriger Temperatur tritt *P. pullulans* in Gestalt einzelner, sprossender hyaliner Zellen auf, die eine Verunreinigung der Kultur durch Hefepilze vortäuschen können. Zwischen 8° und 12° C schließen sich die Zellen zu kettenartigen, olivbraun gefärbten Gebilden zusammen, an deren Einzelgliedern wiederum hyaline Konidien abgeschnürt werden. Mit 15° C beginnt die Bildung bräunlich gefärbter Myzelfäden, deren Anteil bei 22-27° C in immer stärkerem Maße von dickeren, dunkler gefärbten Einzelzellen abgelöst wird. Oberhalb von 27° entstehen sowohl dunkelbraune, sich zusammenlagernde Zellenkolonien als auch vereinzelte hyaline Sproßzellen; Myzelfäden werden nicht mehr gebildet. An der Grenze der von der Temperatur bestimmten Lebensfähigkeit (34° C) werden schließlich nur noch braunschwarze Einzelzellen oder Zellklumpen ausgebildet, die als „Chlamydosporen“ oder „Koniothezien“ offensichtlich Dauerformen darstellen und für ein Überdauern ungünstiger Lebensverhältnisse besonders geeignet erscheinen.

f) Einfluß von Malzlösungen unterschiedlicher Konzentration

Die eigenartige ökologische Stellung von *P. pullulans* hat dazu geführt, daß den physiologischen Ansprüchen des Pilzes schon frühzeitig und wiederholt ein besonderes Interesse entgegengebracht worden ist (Übersicht bei Bauer, 1938). In Ergänzung dieser Arbeiten haben wir einige mehr in praktische Richtung gehende Versuche ausgeführt. Das Ziel unserer Untersuchungen war darauf ausgerichtet, eine geeignete Nährlösung zu finden, die, auf das Versuchsbrettchen aufgebracht, außer einem guten Wachstum des Testpilzes auch eine intensive Verfärbung des Holzes gewährleistete. Auf diese Weise sollte der Effekt der Verblauung deutlich gemacht und die Auswertung erleichtert werden.

In Vorversuchen hat sich die Verwendung einer Malzlösung („Maltzin“ der Diamalt A.-G., München), in welcher alle für den Testpilz notwendigen Stoffe enthalten sind, als geeignet erwiesen. Unklarheit bestand jedoch noch in der zu wählenden Konzentration der Lösung; denn eine niedrigprozentige Malzlösung führt zwar zu einem guten Pilzwachstum, läßt jedoch die Melaninbildung stärker zurücktreten. Eine hohe Malzkonzentration bedingt das Gegenteil, nämlich ein schlechtes Myzelwachs-

tum, aber eine Förderung der Farbstoffbildung. Die Prüfung beider Faktoren und das Gegeneinanderabwägen der gewünschten Eigenschaften hat schließlich dazu geführt, für die Versuche eine Konzentration von 2 % Malz bei einem pH-Wert von 4,2 anzuwenden.

Die morphologischen Veränderungen, die bereits bei der Untersuchung der Temperaturabhängigkeit des Pilzes beobachtet worden sind, traten auch bei diesem Versuch in Erscheinung; denn mit Erhöhung der Konzentration der Lösung bzw. des osmotischen Wertes, dem hier möglicherweise die Rolle eines „lebenserschwerenden“ Faktors zukommt, nahm die Myzelbildung immer stärker ab, und es entstanden dunklere, perl-schnurartig aneinandergereihte Zellen, die neben hyalinen Sproßzellen auch vereinzelte dickwandige und dunkelbraun gefärbte Dauersporen erkennen ließen.

Zusammenfassung

Es werden Versuche beschrieben, die sich auf die „Verblauung“ von Kiefernholz beziehen und deren Ergebnisse als Grundlage für eine Methode zur Prüfung fungizider Grundiermittel mit bläuewidriger Eigenschaft verwendet werden sollen. Als Untersuchungsobjekte dienten der Bläuepilz *Pullularia pullulans* (de Bary) Berk. und Kiefernspilnholz-Brettchen in einer Abmessung von 9,3 cm \times 4,5 cm \times 0,9 cm.

Werden unbehandelte Brettchen nach verschieden langer Lagerung dem Angriff des Testpilzes ausgesetzt, so nimmt mit dem Alter des gelagerten Holzes die Neigung zum Verblauen ab. Dieser „Alterungseffekt“ kann dadurch ausgeschaltet werden, daß die Brettchen sofort nach ihrer Herstellung aus walddfrischem Holz 8 Stunden bei 65° C getrocknet werden.

Für die Sterilisation der Brettchen hat sich Propylenoxyd als geeignet erwiesen.

Das Optimum des Pilzwachstums und des Verblauens wird bei einer Temperatur von 26° C bei Zugabe von 15 ml einer 2 %igen Malzlösung vom pH-Wert 4,2 erreicht. Neben einer Wachstumsförderung wird gleichzeitig damit eine genügende Melaninbildung des Pilzes herbeigeführt, die zum Erkennen einer „Verblauung“ von Kiefernspilnholz notwendig ist.

Literatur

- Arx, v., J. A., Revision der zu *Gloeosporium* gestellten Pilze. Verh. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. afd. Naturk., 2. Reihe, T. 51, 1957, 153 S.
- Bauer, R., Beiträge zur Physiologie von *Dematium pullulans* de Bary. Zentralbl. Bakt. II. Abt. 98, 1938, 133—167.
- Berkhout, Chr. M., De Schimmelgeslachten *Monilia*, *Oidium*, *Oospora* en *Torula*. Proefschr., Univ. Utrecht, 1923, 71 S.
- Björkman, E., On the conditions for the occurrence of timberyard blue-stain and methods for its control. Medd. Skogsforsk. Inst. 35 (7), 1946.
- Butin, H., Ein neues Verfahren zur Bewertung der bläuewidrigen Wirksamkeit öliger Grundiermittel. Holz als Roh- u. Werkstoff, 1961 (im Druck).

- Colley, R. H., and C. T. Rumbold, Relations between moisture content of the wood and blue stain in Loblolly Pine. Journ. Agric. Res. **41**, 1930, 389—399.
- Gäumann, E., und H. Kern, Über die Isolierung und den chemischen Nachweis des Orchinols. Phytopath. Ztschr. **35**, 1959, 347—356.
- Goll, M., and G. Goffey, Paint, Oil chem. Rev. **186**, 1948, 439.
- Hansen, H. N., and W. C. Snyder, Gaseous sterilisation of biological materials for use as culture media. Phytopathology **37**, 1947, 369—371.
- Hubert, E. E., The preservative treatment of millwork. Ind. Eng. Chem. **30**, 1938, 1241—1250.
- Lagerberg, T., G. Lundberg, and E. Melin, Biological and practical researches into blueing in Pine and Spruce. Svenska Skogsv. Fören. Tidskr. **25**, 1927, 145—272, 561—691.
- Lindgren, R. M., Temperature, moisture and penetration studies of wood-staining *Ceratosomellae* in relation to their control. Tech. Bull. U. S. Dept. Agric. No. 807, 1942.
- Münch, E., Die Blaufäule des Nadelholzes. Naturw. Ztschr. Forst- u. Landwirtschaft. **5**, 531—573 u. **6**, 32—47; 297—323, 1907/08.
- Nuodex Products Comp., Paint mildew and its control. New York 1952.
- Rennerfelt, T., Researches into fungal infection of ground-wood pulp and its development in the same. Svenska Skogsv. Fören. Tidskr. **35**, 1937, 47—159.
- , Das Wachstum einiger Pilze auf Holzschliff bei verschiedener Temperatur. Arch. Mikrobiol. **12**, 1941 a, 19—40.
- , Die Bedeutung des Wassergehaltes für die Entwicklung der Holzfäulen. Travarindustrien **26** (15), 1941 b, 184—187.
- Robak, H., Investigations regarding fungi on Norwegian ground pulp and fungal infection at wood pulp mills. Nytt. Mag. Naturvidensk **71**, 1932, 185—330.
- Rumbold, C., Two blue staining fungi including two new species associated with bark beetles. Agric. Res. **52**, 1936, 419—437.
- Schulz, G., Ein mykologisches Verfahren zur Bewertung vorbeugender Schutzmittel gegen das Verblauen von Kiefernholz. Angew. Bot. **26**, 1951, 1—13.
- , Ein mykologisches Verfahren zur Bewertung fungicider Grundiermittel mit bläuewidriger Wirkung. Holz als Roh- u. Werkstoff **10**, 1952 353—356.
- Schulze, Br., und G. Theden, Versuche mit einigen Schutzstoffen gegen das Verblauen von Werkholz. Holz als Roh- u. Werkstoff **9**, 1951, 53—55.
- Theden, G., Beiträge zum Verhalten der Bläuepilze. Die Feuchtigkeitsansprüche eines Bläuepilzes. Wiss. Abh. Dtsch. Mat. Prüf. Amt II (3), 1942, 85—88.
- Tyner, L. E., The effect of water on the partial sterilisation of Barley seed by propylene oxide and by heat. Phytopathology **48**, 1958, 177—178.

Forstbotanisches Institut und Prüfstelle für Forstsaatgut,
Tharandt, der Technischen Hochschule Dresden

Zur Frage der Bestimmung der Keimfähigkeit in der Saatgutprüfung überliegenden Forstsaatgutes (Schnittprobe, Keimprüfung, Tetrazolium)*)

Von

H. Jahnel

In dem Saatenverzeichnis der vorgesehenen Neuauflage des sogenannten „Methodenbuches“ (s. Eggebrecht, 1949) sind außer dem landwirtschaftlichen und gärtnerischen Saatgut auch 31 Gattungen forstlich wichtigen Saatgutes enthalten. Von diesen 31 Gattungen keimen nur etwa 17 jederzeit und innerhalb höchstens 6 Wochen; die übrigen 14 (also fast die Hälfte) haben eine längere, unbestimmte Keimzeit, die sich über Monate und Jahre hinziehen kann — weil ihre Samen keimgehemmt sind. Zu ihnen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde, Weißbuche, Apfel und Birne, Eibe, Tanne, Wacholder und Zirbelkiefer. Im Methodenbuch sind andere Gehölzsamen, die eine Keimverzögerung von ein oder mehreren Jahren haben, wie z. B. Ebereschen und Rosen, nicht enthalten. All diese und weitere ungenannte Gehölzarten spielen in der modernen Forstwirtschaft, die sich von der Fichten- und Kiefernmonokultur los-sagt, eine wichtige Rolle. Das sich gegebenenfalls über Jahre hinziehende Auflaufen keimgehemmter Samen ist für die praktische Forstwirtschaft und die Baumschulen nicht nur lästig, sondern auch von erheblichen wirtschaftlichen Nachteilen. Ebenfalls nachteilig erweist sich die Keimhemmung für den geregelten Saatguthandel, da der Preis für Saatgut notwendigerweise stark von der Keimfähigkeit abhängt.

Bei den Beratungen wegen der Neuauflage des „Methodenbuches“, bei Preisfestsetzung für Forstsaatgut, bei Aussaatmaßnahmen und anderem erhebt sich stets die Frage: „Wie werden die Sämereien beurteilt, die im Keimversuch innerhalb kurzer Zeit gar nicht oder nur beschränkt keimen, weil sie mehr oder weniger stark überliegen, d. h. keimgehemmt sind?“ Dann taucht sehr rasch das Wort „Schnittprobe“ auf, d. h. man will nach dem bloßen Aussehen aufgeschnittener, nicht gekeimter Samen das Urteil fällen, ob sie keimen oder nicht keimen werden, und berechnet danach auch die Preise, die für manches sehr knappe Forstsaatgut (z. B. Douglasie) recht hoch liegen, oder baut darauf seine wirtschaftlichen Maßnahmen bei der Aussaat auf.

Jeder, der mit der praktischen Saatgutprüfung zu tun hat, weiß, wie vage eine Aussage an Hand der Schnittprobe ist. Rohmeyer (1951) weist darauf hin, daß zu trocken gelagerte Bucheckern in der Schnittprobe gesund aussehen, obwohl sie ihre Keimfähigkeit eingebüßt haben.

*) Nach einem Vortrag, gehalten auf der 47. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Heidelberg am 13. Juni 1957.

L a k o n äußert sich (1954, S. 69) über die Schnittprobe bei *Abies*: „Die Schnittprobe stellt indessen bekanntlich einen ganz unzulänglichen Notbehelf dar. Die Schnittfläche erscheint nämlich bei *Abies* in vielen Fällen zwar rein in der Farbe, aber von trockener Beschaffenheit mit allen Übergängen zu normal saftigem Aussehen. Solche Körner einigermaßen richtig zu beurteilen, ist ganz unmöglich. So ergab ein Samenmuster, welches in der Schnittprobe bei sorgfältigster Beurteilung 15 % lieferte, im Keimversuch selbst nach halbjähriger Lagerung eine Keimkraft von 36 %!“ Macht man die Schnittprobe nicht, wie eben erwähnt, an einem Samenmuster, sondern am Ende der Keimprüfung, dann ergeben sich andere Schwierigkeiten, weil bei Tanne viel Hohlkorn vorkommt und nach Abschluß der Keimprüfung (42 Tage) das Hohlkorn infolge lockeren Inhaltes ebenfalls Fäulnis im Inneren aufweist wie ein abgestorbenes gefülltes Samenkorn.

Die Erkenntnisse über den zweifelhaften Wert der Schnittprobe sind aber durchaus nicht nur neuesten Datums. N o b b e, der 1869 die erste Samenprüfstelle der Welt in Tharandt einrichtete, benutzt für die ungekeimten Samenkörner einer Keimprobe „unter sorglicher, eventuell mikroskopischer Untersuchung der Beschaffenheit des Embryo“ (N o b b e, 1876, S. 367) ebenfalls die Schnittprobe, warnt aber vor ihrer alleinigen Anwendung und sagt an anderer Stelle (S. 351) in anderem Zusammenhang: „Es läßt sogar die bei Forstwirten und Gärtnern beliebte ‚Schnittprobe‘ gänzlich im Stich; ja, sie muß zu verhängnisvollen Täuschungen Anlaß geben, sobald der Zustand des Embryo unbeachtet bleibt. Nur eine sorgfältige anatomische Untersuchung kann den Charakter eines derartigen Samenmusters klarstellen — noch sicherer die ordnungsmäßige Keimprobe.“

Es ist seit langem auf die dargelegten Mängel hingewiesen und an ihrer Beseitigung gearbeitet worden. Die Kürze der Zeit verbietet es, darauf näher einzugehen. Im folgenden möchte ich daher nur über einiges, was wir zu diesem Thema gearbeitet haben, berichten.

Man kann dem Problem von zwei Seiten beizukommen versuchen. Einmal, indem Mittel und Wege gefunden werden, die Keimhemmungen zu überwinden und das Saatgut womöglich, so wie es Fichte oder Kiefer tun, in 3–4 Wochen zum Abschluß des Keimprozesses zu veranlassen, zum anderen dadurch, daß man ein von der Keimhemmung unabhängiges Verfahren der Bestimmung der Keimfähigkeit findet.

Der erste Weg — Überwindung der Keimhemmungen — hat auch für die praktische Forstwirtschaft, für die Aussaat im Walde, große Bedeutung. Neben eigenen Untersuchungen gehen wir auch durch Diplomarbeiten (z. Z. rund 20) dieser Frage nach. Über Teilergebnisse aus 5 Diplomarbeiten habe ich (J a h n e l, 1955, 1956 und 1957) in drei Arbeiten in der „Angewandten Botanik“ berichtet, die Bergahorn, Hainbuche und Winterlinde betreffen. Auf diese Veröffentlichungen möchte ich hier nicht näher eingehen, sondern aus ihnen nur das eine erwähnen: In der Milchreife (Ende August / Anfang September) geerntetes und sofort ausgesätes Saatgut von Esche, Bergahorn, Winterlinde und Hainbuche keimt im nächsten Frühjahr zu 30–80 %, während es „reif“ ge-

worden und dann ausgesät in wesentlich niedrigerem Prozentsatz oder gar nicht keimt.

Die Tatsache, daß — entgegen der landläufigen, gefühlsmäßig bedingten Ansicht — nicht vollreife (im folgenden als frühreif bezeichnete) Samen durchaus keimfähig sind, wird für landwirtschaftliches Saatgut teilweise schon vor 150 Jahren in der Literatur erwähnt. N o b b e berichtete über seine dahingehenden Versuche für Kiefer (N o b b e, 1876, S. 343) und Fichte (N o b b e, 1874 und 1881); und seitdem wurde es für viele andere Baumarten ebenfalls gefunden. N o b b e sucht nach dem Grund für diese Erscheinung und findet, daß als erstes der Embryo fertig ausgebildet vorliegt und die Versorgung mit Reservestoffen in den Kotleedonen oder im Endosperm später abgeschlossen ist.

Erntet man sehr zeitig, dann sind manche Embryonen noch nicht fertig oder die Ausstattung mit Reservestoffen noch unzureichend. Das könnten Gründe dafür sein, daß frühreif geerntetes Saatgut im Frühjahr nach der Ernte oftmals mehr Faulkorn zeigt und über diesen Zeitpunkt hinaus schlechter lagerfähig ist als reif geerntetes.

Durch frühe Ernte und sofortige Aussaat wird vermieden, daß das Protoplasma der Samen in jenen viskoserem Zustand übergeht, der es einmal gegenüber Schädigungen durch Kälte, Hitze, Trockenheit resistent macht — Eigenschaften, die das Saatgut ja besonders auszeichnen —, zum anderen wohl auch teilweise keimgehemmt werden läßt. Wir fanden bei mildreif geernteten Samen von Ahorn oder Linde einen Wassergehalt von 60–70 %. Über die interessanten Ergebnisse von Untersuchungen, die sich mit dem Gang des Wassergehaltes während des Reifeprozesses und seinem Einfluß auf die Keimfähigkeit und Lagerfähigkeit des Saatgutes befassen, wird nach ihrem Abschluß berichtet werden.

Das Sinken des Wassergehaltes der reifenden Samen ist sicherlich nicht der direkte Grund für das Eintreten der Keimungshemmung. Ihre Ursachen sind zum Teil noch unbekannt, zum Teil beruhen sie auf definierten Stoffen, zum Teil auf mechanischer Hemmung des Würzelchens bei der Keimung. Darüber hinaus fand L a k o n (1911) für die Samen unserer gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.), daß ihr Embryo im reif geernteten Samen noch nicht die für die Keimung erforderliche Größe hat. Der Embryo muß also erst nachwachsen, ehe die Keimung einsetzen kann. Das trifft für Esche zu, für Hainbuche, von der es auch vielfach angenommen wurde, jedoch nach unseren Untersuchungen (J a h n e l, 1956) nicht.

Die Erforschung der Keimung unserer Esche ist innerhalb der Gehölzarten mit Keimhemmung wohl das schwierigste Unterfangen. Mancher hat sich daran schon versucht; aber bald wurde die Arbeit wieder aufgegeben. Auch wir haben schon viel Mühe daran verwandt und sind in dieses schwierige Terrain einige Schritte weiter, als es bisher möglich war, vorgedrungen. Nachdem L a k o n (1911) auf die Notwendigkeit hingewiesen hat, daß der Embryo erst etwa das Doppelte seiner ursprünglichen Größe erreichen müsse, ehe die Keimung einsetzen kann, hat S t e i n b a u e r (1937) für *Fraxinus nigra* nachgewiesen, daß das

Saatgut zunächst einmal eine Temperatur von ca. 20° für 2–3 Monate braucht, damit die Embryonen auf normale Größe wachsen können. Danach ist für weitere 2–3 Monate eine Temperatur von 5° bis 10° erforderlich, um die keimgehemmten Embryonen keimwillig zu machen. Bietet man darauf Wechseltemperaturen zwischen 20° und 30° , dann kommt es zu einem Auskeimen der Samen. Die Untersuchungen unserer Diplomanden M. Zentsch, Sell, Erbe und Sowade (alle 1955) befassen sich u. a. auch mit Esche; eine weitere Diplomarbeit (Kommerert, 1957) hat lediglich die Esche zum Gegenstand. Aus all diesen Untersuchungen möchte ich für Esche erstmalig einiges kurz zusammengefaßt berichten; weitere Arbeiten sind noch im Gange*).

Frühzeitig geerntetes Eschensaatgut (Ende August; in Übereinstimmung mit Cieslar, 1920, und Fischer, 1952) gibt sofort ins Freiland gesät bis zu 35 % Keimer im Frühjahr. Stratifiziert man jedoch dasselbe Saatgut bis zu 6 Monate (wir arbeiten immer mit Temperaturen von -3° , $+1^{\circ}$, $+4^{\circ}$, $+7^{\circ}$ und 60 % Wassergehalt des Keimbettes, dann kommt es nicht (in einem einzigen Falle mit 15 %) zur Keimung. Die Nachprüfung ergibt, daß die Embryonen bei diesen niedrigen Temperaturen kaum nachgewachsen sind. Das Wachstum der Embryonen erfolgt in der Zeit von 8 Monaten bei mehr oder weniger konstanten Temperaturen zwischen 20° und 22° (Keimraum) auf fast die volle Länge des Samens. Etwas rascher und bei mehr Samen verläuft es bei wechselnden Temperaturen zwischen 10° und 18° (Vitrine). Es ist nicht notwendig, daß die Embryonen ihre volle Größe erreichen. Auch bei 8/9 zeigten sich teilweise schon Keimwürzelchen, ohne daß es jedoch zu einer Keimung kam. Die noch vorhandene Keimhemmung konnte nur durch Temperaturen von 1° bis 7° überwunden werden. Aber auch danach ist eine Keimung erst dann zu beobachten, wenn die Samen anschließend in höhere Temperatur (am besten wieder wechselnd 10° bis 18° ; 20° bis 22° ist zu hoch) gebracht werden. Kombiniert man diese „fraktionierte“ Temperatur-Darbietung, dann erzielten wir mit folgendem die besten Resultate:

Das Eschensaatgut kommt für 2–4 Monate in Temperaturen um 15° herum; danach wird es 4–5 Monate bei 1° bis 7° stratifiziert und schließlich bei Temperaturen über 10° (am besten um 15° herum) ausgesät.

Extrem niedrige Temperatur (-70° bis -80°) sowie Behandlung mit Plazentauszügen, Äther, Rindite (Äthylenchlorhydrin + Äthylen-dichlorid + Tetrachlorkohlenstoff) und anderen Chemikalien blieben erfolglos; heißes Wasser (russ. Versuche: 3–5 Tage 50°) tötete die Samen ab.

In all unseren Versuchen mit Eschensaatgut haben wir im ersten Frühjahr höchstens $\frac{1}{3}$ der Samen zum Keimen bringen können, haben jedoch gerade durch die Arbeit Kommererts (1957) die Bedingungen für die Keimung wesentlich besser als bisher kennengelernt.

* Eine Veröffentlichung darüber ist inzwischen in dieser Zeitschrift erschienen: Jahnel, H., und Zentsch, W., Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. IV (*Fraxinus excelsior* L.) Angew. Bot. 34, 1961. 221–245.

Für die Darstellung der Bemühungen, keimgehemmtes Saatgut nach dem Willen des Menschen zum Keimen zu bringen, habe ich mit gewisser Absicht die Esche gewählt, weil hier besonders drastisch zum Ausdruck kommt, was wir an allem übrigen keimgehemmten Saatgut ebenfalls erfahren müssen: der Keimvorgang braucht Monate, ehe er ein Resultat ergibt. Damit kann sich die praktische Forstwirtschaft eventuell abfinden, wenn nur nach dieser Zeit alle keimfähigen Samen gleichzeitig auflaufen — was ja durch die Stratifikation erreicht wird.

Der Samenhandel und vor allem die Saatgutprüfung können es aus vielen Gründen bei diesem Ergebnis nicht bewenden lassen. Es wird noch immenser Arbeit bedürfen — falls das Ziel überhaupt erreichbar ist —, bis wir so weit sind, alles Saatgut in wenigen Wochen den natürlichen Keimprozeß abschließen zu lassen.

Damit komme ich zu dem zweiten eingangs erwähnten Weg, nämlich ein Verfahren zu entwickeln, Aussagen über die Keimfähigkeit zu machen, ohne den natürlichen Keimprozeß ablaufen lassen zu müssen. Bei diesen Bestrebungen haben wir uns immer wieder zu vergegenwärtigen, daß die Keimung wie der ganze Lebensvorgang ein gewaltig komplexer, in seinen Ursachen stark verzahnter Vorgang ist. Jedes Abgehen vom eigentlichen Keimvorgang, wie es z. B. die Prüfung mit Tetrazolium ist, erfaßt dann notwendigerweise nur einen Teil dieser Zusammenhänge.

Aus den praktischen Notwendigkeiten und den eben kurz dargelegten theoretischen Erwägungen heraus befaßten wir uns daher auch mit Untersuchungen der Keimfähigkeitsprüfung durch Tetrazolium. Hierbei kam es mir besonders darauf an, erst eine Reihe Grundlagenfragen zu klären und dann zu untersuchen, welche Zusammenhänge an ein und demselben Embryo zwischen der Färbung und seinem Wachstum bestehen, wobei es fraglich war, ob das letzte Problem: Gelingt es, mit Tetrazolium gefärbte Embryonen sich zu einem normalen Keimling entwickeln zu lassen? überhaupt gelöst werden konnte. Nun — es ist gelöst worden. Mein Assistent *Schubert* hat in einer umfangreichen Dissertation (*Schubert*, 1957) sich mit folgenden Fragen eingehend befaßt und sie weitgehend geklärt:

1. Wie wird eine befriedigende Färbung des Samens mit Tetrazolium erreicht, und wie erfolgt die Färbung?
2. Wie wirkt die Tetrazolium-Formazan-Reaktion auf Keimung und Keimlingswachstum?
3. Wie ändert sich das Reduktionsvermögen und die Formazanfärbung während der Keimung?
4. Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen dem pH-Wert der Tetrazoliumlösung, dem Reduktionsvermögen und der Keimfähigkeit von Robinienembryonen?
5. Wie ist der Zusammenhang zwischen dem Tetrazolium-Reduktionsvermögen und dem Wachstum nach 14tägiger Keimung bei Robinienembryonen?

Aus den zahlreichen Ergebnissen der Untersuchungen Schubert's soll, da ihre Veröffentlichung sich noch etwas hinzieht, einiges berichtet werden*), wobei ich darauf hinweisen möchte, daß diese Ergebnisse vorwiegend an Robinien erarbeitet wurden. Das erwähnte Triphenyltetrazoliumchlorid (kurz „Tetrazolium“ genannt) ist ein, auch in Wasser gelöst, farbloses Salz, das im ruhenden Samen durch Reduktion (im wesentlichen durch Atmungsfermente) zu rot gefärbtem Triphenylformazan (kurz „Formazan“ genannt) umgewandelt wird. Das Formazan ist fettlöslich, fällt aber bei stärkerer Konzentration auch in Fetten kristallin aus.

Aus den Untersuchungen sei folgendes herausgegriffen:

1. Es wird bestätigt, daß es erforderlich ist, ein neutrales Tetrazolium in ungepuffertter Lösung zu verwenden.

2. Um Verletzungen bei dem Herauspräparieren der Embryonen, deren Färbung ja beurteilt werden muß, zu vermeiden, werden die Samen erst mit Tetrazolium behandelt und danach die Embryonen herauspräpariert.

Um das Eindringen der Tetrazoliumlösung zu ermöglichen, werden die Samen an einer für die Lebensfähigkeit unwichtigen Stelle ganz wenig angeschnitten. Von dieser Anschnittstelle aus dringt das Tetrazolium langsam vorwärts.

Dieser Vorgang ist — entgegen auch der von Schubert übernommenen üblichen Ansicht — kein bloßer Diffusionsvorgang, sondern ein osmotischer.

Das beweist schon die Tatsache, daß das Tetrazolium in totem Gewebe wesentlich rascher vordringt.

3. Über den Osmoseffekt hinaus scheint ein teilweiser Transport der Tetrazoliumlösung von der Eintrittsstelle her in den Leitbündeln vor sich zu gehen. So läßt sich jedenfalls am einfachsten die bald (und noch vor dem dazwischen liegenden Gewebe) einsetzende Färbung der Wurzelspitze erklären.

4. 1 %ige Tetrazoliumlösung wirkt bekanntermaßen rascher als weniger konzentrierte.

Will man jedoch schwach geschädigtes Gewebe (z. B. leichte Druckstellen — was für Forstsaatgut eine große Rolle spielt) erkennen, dann ist Färben mit 0,1— oder 0,01 %iger Lösung (aber nicht schwächer!) bei verlängerter Einwirkungszeit günstiger. Solches Gewebe färbt sich nämlich (wie auch den Schnitträndern benachbartes) rascher und hebt sich dadurch aus dem langsamer färbenden normalen Gewebe besser heraus. Das ist wichtig, um auch dasjenige Gewebe erkennen zu können, das zur Zeit der Färbung noch nicht tot ist, aber während der Lagerung voraussichtlich absterben wird.

5. Um während der längeren Färbezeit mit 0,1— und 0,01 %igem Tetrazolium Bakterienentwicklung zu vermeiden, füge man nach Vorschlag Lakons (1954) 0,01 % Preventol zu.

*) S. auch Schubert, 1960.

6. Schwächer konzentrierte Lösungen muß man in größerer Menge als stärker konzentrierte verwenden, sonst fällt die Färbung zu blaß aus.
7. Schwächer konzentrierte Lösung tötet lebendes Gewebe nicht ab.
8. Wenn gefärbtes Gewebe am Leben bleibt, dann kann es, wie wir unter dem Mikroskop beobachten konnten, allmählich entfärbt werden, indem das Formazan von der lebenden Zelle durch die Zellwand hindurch auf die Oberfläche des Embryos ausgeschieden wird.
9. Formazan kann aber auch von der lebenden Zelle im Stoffwechsel aller Wahrscheinlichkeit nach abgebaut und damit entfärbt werden. Das erfolgt besonders an verletztem Gewebe, was z. B. beim Herauspräparieren der Embryonen geschehen kann. Wir sahen, daß solch ursprünglich gefärbtes Gewebe weiß wurde.
Deswegen muß auch die Beurteilung der Embryonen unmittelbar nach der Färbung und ihrem Herauspräparieren erfolgen.
10. Die Formazanbildung ist an die Tätigkeit lebenden Gewebes gebunden.
Danach mußten sich nicht färbende Teile tot sein. Das stimmt aber nur für den noch nicht gekeimten Samen. Wenn jedoch der Embryo zu wachsen beginnt, dann geht das Vermögen, Tetrazolium zu rotem Formazan zu reduzieren, verloren. Das konnten wir in einer einfachen Beweisführung makroskopisch zeigen und auch unter dem Mikroskop verfolgen.
Setzt man nämlich solchem bereits im Streckungswachstum befindlichen, mit Tetrazoliumlösung versehenen, jedoch sich nicht mehr färbenden Gewebe des Embryos frisch zubereitete Schwefelammonlösung, die reduzierend wirkt, zu, dann kommt es in ihm zu dem, was das wachsende Gewebe nicht mehr vermag: Zur Bildung von Formazan und damit zur Rotfärbung.
11. Auf die eben beschriebene Weise kann man auch jederzeit prüfen, ob das Ausbleiben einer Färbung die Folge einer Nichtaufnahme von Tetrazolium oder die Folge der Unfähigkeit des Gewebes ist, Tetrazolium zu reduzieren.
12. Etwas ausführlicher sei auf die Bedeutung der Vorquellung der Samen eingegangen.
Schmidt schlug (1939) vor, die Samen vor der Behandlung mit Selen salzen einige Tage im Keimbett liegen zu lassen.
Rohmeder fand (1940) mit Selen salzen bei *Pseudotsuga* erhebliche Abweichungen in der Färbung, je nachdem, ob mit oder ohne Vorquellung gearbeitet wurde.
Wach kommt (1942) zu ähnlichen Ansichten.
Porter, Durrell und Romm betrachten (1947) das Einquellen der Samen als notwendige Maßnahme zur Einleitung von Keimungsprozessen. Lakon bezeichnet das (1950, S. 84) als „Verkennung der Zusammenhänge“ und als „abwegig“ und meint 1954 (S. 153), „daß auch ohne Vorquellung die Reduktion in gleichem Maße eintritt“, und will seine Ansicht auch mit

der Tatsache beweisen, daß bei ruhendem, nicht keimreifem Getreide die Reduktion ebenso schnell und intensiv vor sich geht wie bei reifem, schnell keimendem Getreide.

Bei dieser Argumentation scheint übersehen zu werden, daß die Reduktionsfähigkeit für Tetrazolium und seine Reduktion kein Keimvorgang, sondern nur ein — für die Lebensfähigkeit und damit auch für die Keimung notwendiger — Teilvorgang ist.

An Robiniensamen lassen sich die Zusammenhänge besonders gut verfolgen. Schubert fand:

- a) angeschnittene Robiniensamen quellen, mit dem bloßen Auge erkennbar, örtlich unterschiedlich.
- b) die Formazanfärbung in nicht vorgequellten Robiniensamen erfolgt ebenfalls örtlich verschieden; es kommt zu fleckiger Färbung, die sich bei längerer Einwirkung von Tetrazoliumlösung allmählich ausgleicht.
- c) die Formazanfärbung erfolgt dagegen in vorgequellten Robinien-samen (bei intakten Embryonen!) gleichmäßig.

Die Erklärung ist sehr einfach: Nicht vorgequellte Samen benutzen die Tetrazoliumlösung zunächst zur Quellung des Gewebes, zur Quellung des Gewebes.

In gequelltem mit Tetrazolium durchtränktem Gewebe erfolgt (wie z. B. Walter (1950) für Gerste berichtet) ein starker Atmungsanstieg und damit Formazanbildung. Weil, wie wir vorhin sahen, das Gewebe des Robinien-samens örtlich verschieden rasch quellt, kommt es zu örtlich verschiedener Formazanbildung, also fleckigem Färben, was sich mit der Quellung allmählich ausgleicht.

13. Gegen die Benutzung des Tetrazoliumtestes zur Keimfähigkeitsbestimmung keimgehemmten Saatgutes könnten auch die Beobachtungen Rohmers (1951) sprechen, daß durch Wasserverlust geschädigte Bucheln und altes Saatgut von *Pinus densiflora* höhere Färbeprozentage als Keimprozentage ergeben.

Lehmann (1922), Turesson (1922) und Paech (1929) beobachteten, daß überaltertes Saatgut die größte Reduktionskraft hat.

Desgleichen fanden Parker (1953), Karnatz (1951), und Schander (1955), daß stratifiziertes Saatgut höhere Färbeprozentage ergibt als nicht stratifiziertes.

In all diesen Fällen haben Samenteile zwar noch die Fähigkeit gehabt, Tetrazolium zu reduzieren, wohl aber nicht mehr die Fähigkeit, bis zum Abschluß des Keimprozesses zu leben. Schubert (1957) hat ähnliche Resultate mit Saatgut erhalten, das künstlich durch Hitze geschädigt worden war.

14. Nicht keimgehemmtes Saatgut unterwirft man der Prüfung mit Tetrazolium am besten erst nach kurzer Einkeimung zu dem Zeitpunkt, wenn sich die ersten Keimwurzeln gerade erst zu zeigen beginnen.

Meine Ausführungen sollten zeigen und zur Diskussion stellen:

1. Wir wissen heute über die Vorgänge der biochemischen Keimprüfung so weit Bescheid, daß die Schnittprobe durch die Prüfung mit Tetrazolium offiziell ersetzt werden sollte.
2. Die Saatgutprüfung braucht aus vielerlei Gründen eine rasche Prüfungsmöglichkeit. Daher ist für langfristig keimgehemmtes Saatgut die Anwendung der Tetrazoliummethode zu erwägen.
3. Soll das Tetrazolium bei vorgequellten oder wo angängig, bei angekeimten Samen angewendet werden?

Literatur-Verzeichnis

- Cieslar, A., Über die Erntezeit der Früchte der gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Cbl. ges. Forstwes. **46**, 1920, 90—100.
- Eggebrecht, H., Die Untersuchung von Saatgut. Hamburg 1949.
- Erbe, W., Die Stratifizierung von Forstsaatgut im Keller in Abhängigkeit von Erntetermin, Behandlungsdauer und Aussaattermin. Diplomarbeit Tharandt 1955. Unveröffentlicht.
- Fischer, F., Saatversuche mit Eschen-, Hainbuchen- und Feldahornsamen. Allg. Forstztschr. **7**, 1952, 89—90.
- Jahnel, H., Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. I Angew. Bot. **29**, 1955, 139—151.
- , Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. II. Angew. Bot. **30**, 1956, 185—201.
- , Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. III. Angew. Bot. **31**, 1957, 159—165.
- Karnatz, H., Über die praktische Anwendungsmöglichkeit der topographischen Keimprüfungsmethode mittels 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid (nach Lakon) bei Obstsämereien. Saatgut-Wirtsch. **3**, 1951, 82—84.
- , Zur Frage der Zuverlässigkeit der Tetrazolmethode bei Obstsämereien. Saatgut-Wirtsch. **3**, 1951, 253—254.
- Kommert, R., Der Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Keimung von *Fraxinus excelsior*. Diplomarbeit Tharandt 1957. Unveröffentlicht.
- Lakon, G., Beiträge zur forstlichen Samenkunde. II. Zur Anatomie und Keimungsphysiologie der Eschensamen. Naturwiss. Ztschr. Forst- u. Landwirtschaft **9**, 1911, 285—298.
- , Die Feststellung der Keimfähigkeit der Koniferensamen nach dem Topographischen Tetrazoliumverfahren. Saatgut-Wirtsch. **2**, 1950, 83—87.
- , Weiteres über Keimung und Topographische Tetrazolium-Methode bei Koniferensamen. Saatgut-Wirtsch. **6**, 1954, 69—70.
- , Neuere Beiträge zur Topographischen Tetrazolium-Methode. Ber. Dt. Bot. Ges. **67**, 1954, 146—157.
- Lehmann, J., Über die Einwirkung verschiedener Faktoren auf Oxydationsenzyme in Samen von *Phaseolus vulgaris*. Botaniska Notiser, 1922, 289—312.
- Nobbe, Fr., Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.
- , Über die Keimungsreife der Fichtensamen. Thar. Forstl. Jb. **24**, 1874 203—217; **31**, 1881, 57—68.

- Paech, H.-O., Über die Unterscheidung vollkeimfähiger und wenig keimfähiger Sämereien auf chemischem Wege. Dissertation Breslau 1929.
- Parker, J., Some applications and limitations of tetrazolium chloride. *Science* **118**, 1953, 77—79.
- Porter, R. H., M. Durell u. H. J. Romm, The use of 2,3,5-Triphenyl-tetrazoliumchloride as a measure of seed germinability. *Plant Physiol.* **22**, 1947, 149—159.
- Rohmeder, E., Erfahrungen mit dem „Selenverfahren“ bei der Untersuchung des forstlichen Saatgutes. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* **116**, 1940, 169—188.
- , Die Kaltnaßvorbehandlung als Keimförderung der Bucheckern. *Beitr. Keimungsphys. d. Forstpflanzen.* München 1951, S. 52—57.
- Schander, H., Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. IV. Untersuchungen über Sortenunterschiede hinsichtlich der Temperatursprüche und der Frostresistenz während der Keimung sowie über Alterungserscheinungen bei Samen von Kernobst. *Zschr. Pflanzenzüchtung* **35**, 1955, 179—198.
- Schmidt, W., Warum kein Pflanzenprozent von 99? *D. Dt. Forstwirt* **21**, 1939, 321—324.
- Schubert, J., Das Reduktionsvermögen von Samen, besonders bei *Robinia pseudoacacia* L. gegenüber Triphenyltetrazoliumchlorid. Dissertation Tharandt 1957. Teile davon im Druck.
- , Zur Qualitätsbeurteilung von Forstsaatgut nach dem Topographischen Tetrazoliumverfahren. Referat auf XII. Internat. Samenkontroll-Kongreß. Oslo 1959 (= *Mitt. d. Internat. Vereinigung für Samenkontrolle.* Kopenhagen. **25**, 1960, H. 1, 484—491).
- Sell, G., Die Stratifikation von Forstsaatgut unter verschiedenen natürlichen Bedingungen. Diplomarbeit Tharandt 1955. Unveröffentlicht.
- Sowade, K., Der Einfluß verschiedener Temperatur und Feuchte auf die Keimung von keimgehemmtem Forstsaatgut. Diplomarbeit Tharandt 1955. Unveröffentlicht.
- Steinbauer, G. P., Dormancy and germination of *Fraxinus* seeds. *Plant Physiol.* **12**, 1937, 813—824.
- Turesson, G., Über den Zusammenhang zwischen Oxydationsenzymen und Keimfähigkeit in verschiedenen Samenarten. *Botaniska Notiser* 1922, 323—335.
- Wach, A., Versuche zur Selenitfärbung des forstlichen Saatgutes. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* **118**, 1942, 178—188, 210—218.
- Walter, H., Grundlagen des Pflanzenlebens. Stuttgart 1950. S. 129.
- Zentsch, M., Über die Beeinflussung der Keimung forstlichen Saatgutes durch einige organische Substanzen. Diplomarbeit Tharandt 1955. Unveröffentlicht.

Besprechungen aus der Literatur

Sonn, S. W., Der Einfluß des Waldes auf die Böden. Übersetzung aus dem Russischen, bearbeitet von P. Kundler, Fischer-Verlag, Jena 1960. XII, 166 S., 28 Abb. Steif brosch. 13,40 DM.

Es handelt sich hier um die umgearbeitete und ergänzte deutsche Ausgabe eines vor fünf Jahren in der russischen Sprache erschienenen Buches. Im Vorwort sagt der Verfasser, daß nicht alle neueren Forschungsergebnisse des Auslandes genügend berücksichtigt werden konnten, weshalb die Ergänzungen sich vor allem auf die Arbeiten des Forstinstitutes der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Moskau beziehen. Einige Kapitel wurden neu bearbeitet; so z. B. „Die Lärchenbestände und die Böden“, „Der Gashaushalt der Humusdecken“, „Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Bodenluft in Böden unter Waldvegetation“, während andere Kapitel erweitert wurden. Der Verfasser hat sich zur Aufgabe gestellt, die streng gesetzmäßige Verteilung des Waldes im Gebiet der UdSSR als kompliziertes Beziehungsgefüge im Zusammenhang mit Unterwuchs, Mikroorganismen, Klima und Boden, sowie die Wechselbeziehungen zwischen dem Charakter des Waldes und den Umweltbedingungen herauszustellen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen als Wegleitung für weitere Aufforstungen unbedeckter Flächen, vor allem der südlichen Gebiete dienen. Es wird betont, daß ein unzusammenhängendes Studium der einzelnen Teile natürlicher Bildungen wenig zur Entwicklung der Wissenschaft beiträgt, d. h. also ein Studium der Eigenschaften und geographischen Verbreitung der Böden einerseits und der Baumarten andererseits, da dies zu einseitigen Vorstellungen führen muß. Der Wald stellt die Gesamtheit der durch Wechselbeziehungen verbundenen Biozönosen und Geozönosen — der „Waldbio-geozönosen“ nach Morosow und Sukatschew dar und nicht die Summe seiner Komponenten. Es handelt sich bei diesem Begriff um komplizierte Wechselwirkungen aller Faktoren, deren Ausdruck der unterschiedliche Zustand des Baumbestandes der einzelnen Gebiete ist, fußend auf der Einheit aus den biologischen Bildungen und der Umwelt des Waldes, bedingt durch die Prozesse des ständigen Stoff- und Energiewechsels. Erforderlich ist daher das Studium der „Arbeit“, die von den Bäumen, wie von der übrigen Vegetation des Waldes und den biologischen Komponenten geleistet wird, denn aus ihr resultiert die Struktur der Waldvegetation in allen Schichten, wie auch deren Rückwirkung auf die Klimaverhältnisse der angrenzenden Räume. Auf Grund gewisser ähnlicher Eigenschaften kann man Biogeozönosen zusammenfassen, die dem „Walddtyp“ entsprechen, der die Gesamtheit aller Teile des Waldes darstellt in ihren umfassenden Wechselbeziehungen auf biologischer, physiologischer, klimatischer und hydrologischer Ebene. Auf dieser Grundlage lassen sich Typen der Waldwachstumsbedingungen ermitteln, die eine Entscheidung über die Tauglichkeit von Ländereien für den Waldbau gestatten. Es sind daher zu unterscheiden Flächen, die bereits einmal Wald getragen haben, und waldlose, d. h. solche, die durch Biogeozönosen waldloser Gattungen (Steppen usw.) vertreten sind. Im letzteren Fall muß man sich bemühen die zu schaffenden Waldungen einem bekannten Walddtyp anzugleichen. Der Begriff „Walddtyp“ hat nur Beziehung auf Vegetation natürlichen Ursprungs, ohne menschlichen

Eingriff, wogegen solche, auf Grund der Naturgesetze unter zielbewußter menschlicher Einwirkung entstandene Wälder als „Bestandstyp“ bezeichnet werden sollten.

Unter diesen Gesichtspunkten folgt eine eingehende Besprechung der Hauptgesetzmäßigkeiten der Verbreitung der Wälder im Zusammenhang mit den Bodenbedingungen. Es werden die Fichten-, Kiefern-, Eichen- und Lärchenwälder in ihren verschiedenen Typen beschrieben, unterstützt durch Tabellenmaterial und eindrucksvolle schematische Darstellungen, die auch die Bodenprofile zeigen, wodurch die Wechselbeziehungen zwischen Boden und Vegetation erläutert werden. Die Rolle der Streu und der Humusdecke bei der Veränderung von Waldböden wird nach den Gesichtspunkten des Einflusses der Baum- und Gras-Krautvegetation, der Waldstreu, der Waldhumusdecke in eigenen Abschnitten besprochen; bei letzterer werden die Geschwindigkeit der Zersetzung, die Zusammensetzung der Asche, die Wasserkapazität und der Gasaustausch gesondert behandelt. Tabellen und graphische Darstellungen finden sich auch hier. Der noch nicht genügend erforschte Einfluß der Wurzeln des Waldes auf den Boden in bezug auf die Anreicherung von organischer Substanz, Aschenbestandteilen und wasserlöslichen Humusstoffen wird an Hand von Forschungsergebnissen besprochen, unter Berücksichtigung der einzelnen Baumarten. Zahlenvergleiche erläutern die Frage. Der Kreislauf organischer und mineralischer Stoffe zwischen der Waldvegetation und den Böden wird ebenfalls behandelt, sowohl für die Nadelholz-, wie auch für Eichenwälder und Steppengebiete.

Ausgehend vom vielseitigen Einfluß des Waldes auf den Boden, der nur unter gewissen Bedingungen zur Podsolisierung führt, wird das letzte Kapitel Untersuchungen über die Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften, des Wasserhaushaltes, der Bodenluft und des Humusbestandes gewidmet. Entgegen einseitigen Anschauungen und darauf beruhenden fehlerhaften Anbaumethoden, die zu Mißerfolg führten, legt der Verfasser an Hand einleuchtenden Zahlenmaterials die vielfach günstigen Wirkungen des Waldbestandes auf die allgemeinen Bodeneigenschaften dar, wobei den unterschiedlichen Bodentypen und Vegetationszonen naturgemäß Rechnung getragen wird.

Der Verfasser hat damit seine sich gestellte Aufgabe einer Gesamtschau über die biogeozönotischen Verhältnisse im Walde erfüllt, die er speziell im Blick auf Neuaufforstungen verstanden wissen will. Manche Feststellungen können als eindrucksvolle Bestätigung bekannter Tatsachen gewertet werden; wenn das Buch ausschließlich auf russischen Forschungen basiert und auf russische Verhältnisse abzielt, so stellt es doch einen wertvollen Beitrag zur europäischen Literatur über Waldböden dar. Druck und Ausstattung sowie Bebilderung entsprechen dem hohen Ruf des Verlages.

K. W. Müller, Freising

Poeppig, E., Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstromen während der Jahre 1827—1832. Photomech. Neudruck des Originalwerks in einem Bande, mit Karte und 16 Taf. in Lichtdruck. Brockhaus Komm.-Gesch., Stuttgart 1960. Großoktav, 930 S. Ganzln. 48,— DM.

Es ist ein überaus dankenswertes Unternehmen des Brockhaus-Antiquariums, dieses seinerzeit berühmte Reisebuch in einem photomechanischen

Neudruck herauszubringen und damit nicht nur den Autor und sein Hauptwerk der Vergessenheit zu entreißen, sondern darüber hinaus breitesten Kreisen ein wertvolles Dokument deutschen Forscherfleißes zugänglich zu machen. Denn obwohl Poeppig, Professor der Botanik und Direktor des Zoologischen Museums in Leipzig, erst 1868 gestorben ist, dürften sein Name und seine großartige und so ungemein vielseitige Reiseschilderung selbst unter den Älteren nur noch wenigen bekannt sein. Dabei wird Poeppig als ein Meister der Naturschilderung neben A. v. Humboldt genannt. Ratzel urteilt: „Kein anderes Werk dieser Gattung hat neben den A. v. Humboldt'schen Reise- und Naturschilderungen soviel beigetragen, die Reisebeschreibungen aus der dumpfen, niederen Sphäre des handwerksmäßigen Registrierens auf die Höhe zu heben, wo die der ganzen Nation gehörigen Werke tiefen Gehalts und schöner Form stehen, als diese zwei Bände“, oder gar „... er verstand es noch besser als A. v. Humboldt, in der Seele seiner Leser die feinsten Saiten anzuschlagen...“

Man geht zunächst mit gewisser Zurückhaltung an die Lektüre eines solchen Folianten, der das ehrwürdige Alter von 130 Jahren aufweist. Aber sehr bald ist man, wenn man mit dem Sprachstil der Zeit vertraut geworden ist, gefesselt. Denn Poeppig versteht es hervorragend, die lebendigen Schilderungen des Tagesablaufs mit botanischen, zoologischen, geographischen, ethnologischen, sozialpolitischen u. a. Beobachtungen im bunten Wechsel zu verquicken und selbst die nüchternen fachlichen Daten in ein anziehendes Gewand zu kleiden. Der Botaniker findet eine Fülle floristischer und pflanzengeographischer Beobachtungen, die oft bis ins liebevolle Detail gezeichnet sind. Der angewandte Botaniker wird vor allem durch die gewissenhaften Schilderungen des Kulturpflanzenanbaues und die marktwirtschaftlichen Hintergründe interessiert, wie sie zu der damaligen Zeit in Chile und Peru bestanden. Und mit der Hochachtung vor dem breiten Wissen und der trefflichen Beobachtungsgabe dieses Mannes verbindet sich die Bewunderung der physischen Leistung, die vor 130 Jahren ein solches Unternehmen dem Reisenden abforderte. Vom fachlichen Gesichtspunkt aus gehört das Buch in die Hand eines jeden Botanikers, der sich mit floristischen und pflanzenbaulichen Fragen dieser Länder befaßt; es kann darüber hinaus jedem naturwissenschaftlich im weitesten Sinne Interessierten als Lektüre für Mußestunden wärmstens empfohlen werden.

Hassebrauk, Braunschweig

Kiffmann, R., Bestimmungsatlas für Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. — Teil B: Sauergräser (Cyperaceae), Binsengewächse (Juncaceae) und sonstige grasartige Pflanzen. 27 S., 17 Taf. m. 68 Abb., brosch. 3,40 DM. — Einführung (zum Gesamtwerk), 18 S., 16 Abb., brosch. (mit Kartonhülle für das Gesamtwerk) 1,85 DM. — (Als Manuskript 1960 gedruckt; zu beziehen durch den Verfasser, Dipl.-Landw. Rudolf Kiffmann, (13b) Freising/Obb., Dr. v. Daller-Str. 20/I.)

Mit dem vorliegenden Bändchen wird das Bestimmungswerk für die Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen abgeschlossen. Dem Gesamtwerk wird gleichzeitig auch noch ein Einführungsbändchen beigegeben, das dem Benutzer die erforderlichen pflanzenkundlichen Grundlagen vermitteln soll. Das Werk umfaßt insgesamt 219 Seiten mit nahezu 500 Abbildungen.

Die früher erschienenen Teile wurden in Nr. 2 des Jahrgangs 1959 bereits besprochen. Die dort geäußerten Einschränkungen gelten für das ganze Werk. Andererseits besitzen wir z. Z. nichts im samenkundlichen Schrifttum, das zu einem vergleichbaren Preise eine derartig umfassende Kenntnis der Sämereien unserer Wiesen- und Weidepflanzen vermittelt.

Lindenbein, Hohenheim

Jahrbuch 1959 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien. Red. v. R. Bauer, Verlag Georg Fromme & Co., Wien V., Spengergasse 39. 11. Sonderh. d. Ztschr. „Die Bodenkultur“. 172 S., 20 Abb., brosch. 56,— S.

R. Bauer schildert die Feier des 10jährigen Bestehens der Versuchsaußenstelle Lambach. — H. Germ berichtet über die Arbeit der Abteilung für Saatgutprüfung. Aufschlußreich sind die Versuchsergebnisse bei der Feststellung der Temperaturkardinalpunkte für die Keimung von Mais sowie jene bei der Triebkraftuntersuchung der Basis- und Spitzenkörner eines Maiskolbens im Vergleich zu den Körnern aus der Mitte. — J. Steinberger behandelt auf Grund eigener Versuche das Problem der Gefahr der Frostschädigung von Saatmais; ferner ergänzt er mit einem Beitrag zur Sortendiagnostik von Gerste und Weizen durch die Phenolmethode seine vorjährige Arbeit über diese Untersuchungen. — F. Fiala bringt den Tätigkeitsbericht hinsichtlich der Saatgutkontrolle im Jahre 1959 zur Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen für den Saatgutverkehr. — K. Waltl erstattet den Tätigkeitsbericht 1959 der Qualitätsabteilung unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Probleme für Qualitätsweizen und Braugerste. — H. Nietsch beschreibt die botanischen Merkmale von acht neueren Winterweizensorten. — R. Meinx berichtet über die Anbauversuche mit Sommermenggetreide, das in der Fruchtfolge an Bedeutung gewinnt, da die reine Hafererzeugung durch den Rückgang der Pferdehaltung sehr eingeschränkt wird. In einer zweiten Arbeit über Ergebnisse mehrjähriger Tetraroggenversuche kommt Meinx zu der Schlußfolgerung, daß sich Tetraroggen nur für Gebiete mit ausreichenden Niederschlägen und guten Böden eignet. — E. Zweifler bringt eine Übersicht der österreichischen Maisproduktionsgebiete und gibt Richtlinien für die richtige Sortenwahl der Maishybriden. — J. Demel behandelt die Frage der Sorteneignung und Rentabilität beim Anbau von Kartoffeln als Zweitfrucht nach späten Winterzwischenfrüchten. — A. Graf gibt einen Bericht über die Zuckerrübenwirtschaft in Österreich und bringt in mehreren Tabellen interessantes, statistisches Zahlenmaterial. — F. Pammer berichtet ausführlich über Ergebnisse von Anbauversuchen mit einjährigen Futterpflanzen und Sommerzwischenfrüchten und gibt wertvolle Hinweise für deren Auswahl und Kultur im Feldfutterbau. — D. Wolffhardt faßt mehrjährige Sorten- und Herkunftsprüfungen bei Rotklee und Luzerne zusammen; da bei diesen Kulturen der Saatgutbedarf durch die inländische Erzeugung nicht gedeckt werden kann, muß für die notwendige Einfuhr die Anbaueignung der am Weltmarkt angebotenen Sorten und Herkünfte für Österreich geprüft werden. — Die Anführung der Versuchsstellen der Bundesanstalt und der Wetterbeobachtungen 1959 sowie der Bericht der Geschäftsführung der Zuchtbuchkommission (Sortenlisten) schließen das Jahrbuch ab.

Handbuch der Pflanzenphysiologie — *Encyclopedia of Plant Physiology*. Hrsg. von W. Ruhland in Gemeinschaft mit E. Ashby, J. Bonner, M. Geiger-Huber, W. O. James, A. Lang, D. Müller, M. G. Stålfeldt. Bearbeitet von verschiedenen Fachgelehrten. Bd. XII: Pflanzenatmung einschließlich Gärungen und Säurestoffwechsel — *Plant Respiration inclusive Fermentations and Acid Metabolism*. Teil 1: CCLXXX, 1121 S., 137 Abb., Teil 2: XIX, 1421 S., 215 Abb. Redigiert v. J. Wolf. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960. Ganzln. 598,— DM (Subskriptionspreis: 478,40 DM).

Da der Atmung als Energielieferanten für den Betriebs- und Baustoffwechsel der Zelle ausschlaggebende Bedeutung im Lebensgeschehen der Pflanze zukommt, wird der vorliegende inhaltsreiche Doppelband in weitesten Kreisen ganz besondere Beachtung finden. Zum erstenmal bei diesem Handbuch ist auf über 200 Seiten eine von dem Herausgeber J. Wolf verfaßte Übersicht vorangestellt, die den Inhalt der folgenden Beiträge in den wichtigsten Zügen wiedergibt und hier und da noch Erläuterungen und jüngst erschienene Literatur bringt. Dies wird sicherlich vielfach sehr dankbar begrüßt werden, nicht nur von seiten solcher Leser, die auf diesem Spezialgebiet experimentell nicht tätig und mit den schwierigen biochemischen und energetischen Vorgängen nicht vertraut sind; vielmehr wird jeder Benutzer angesichts des respektablen Volumens der beiden Bände an Hand dieser Übersicht besser den Zugang finden und sich einen Überblick über die Zusammenhänge verschaffen können.

Der spezielle Teil des Teilbandes I befaßt sich vor allem mit dem Chemismus der Atmung und wird mit einem Abriss der geschichtlichen Entwicklung eingeleitet, der u. a. auch auf die variable Definition des Begriffs „Atmung“ eingeht. Kurze Ausführungen über das Material der Sauerstoffatmung und Gärung sind dem umfassenden Abschnitt über den Chemismus der biologischen Oxydationen und Oxydoreduktionen vorangestellt, in dem sich auch ein Kapitel über die eng damit zusammenhängenden Fragen der Energetik findet. Die verschiedenen Fermentsysteme, die bei der Wasserstoff- und Elektronenübertragung eine Rolle spielen, und die wichtigsten Reaktionsmöglichkeiten mit ihrer noch keineswegs immer geklärten Bedeutung werden in den folgenden Kapiteln geschildert. Ein weiterer großer Abschnitt befaßt sich mit den Wegen, auf denen die Kohlenhydrate bei der Sauerstoffatmung wie bei Gärungen abgebaut werden; unter den Teilkapiteln dieses Abschnitts verdient u. a. die abschließende Diskussion der Regulierungs- und Koordinierungsmechanismen im Kohlenhydratstoffwechsel Beachtung.

Der einleitende Abschnitt des Teilbandes II ist der Analyse von Atmungsvorgängen gewidmet, dem Atmungsquotienten und den Atmungshemmstoffen. Das Schwergewicht liegt hier auf der Erfassung des Gasstoffwechsels wie auch in dem folgenden großen Abschnitt (Biologie der Atmung), in dem vor allem die Abhängigkeit der Atmungsvorgänge von inneren und äußeren Faktoren dargestellt wird. Es werden hier die Wechselbeziehungen zwischen Sauerstoffatmung und Gärung in höheren Pflanzen und die Einflüsse der Atmosphäre, von Wasser und Mineralsalzen, Temperatur und Strahlungen, von Wachstumsfaktoren, mechanischer Beanspruchung, Verletzungen und Infektionen diskutiert, weiterhin die Zusammenhänge zwischen Atmung und Entwicklung bei niederen und höheren Pflanzen erörtert und schließlich noch die endogene Rhythmik der Atmung dargestellt. Ein großer Abschnitt

ist dann dem Säurestoffwechsel niederer und höherer Pflanzen gesondert zugestanden. Ein kurzes Kapitel über den Kreislauf des Kohlenstoffs beschließt den Textteil.

Diesen Textteil mit seinen weit über 2000 Seiten zu erarbeiten, ist eine Aufgabe, die wochenlanges intensives Bemühen erfordert, zumal es sich um eine größtenteils äußerst schwierige Materie handelt, zu deren vollem Verständnis große chemische Kenntnisse vorausgesetzt werden müssen. So wird man sich nach der gewinnreichen Beschäftigung mit der einleitenden Übersicht nach und nach einzelne Kapitel zum eingehenderen Studium herausgreifen. Der angewandte Botaniker wird sich vor allem in verschiedene Kapitel vertiefen, die seine speziellen Belange enger berühren, seien es Fragen, die im weitesten Sinne mit der technischen Mikrobiologie zusammenhängen, seien es die mannigfachen Probleme im ökologischen Bereich: Wasserhaushalt, Mineralsalzernährung, Temperatur, Verletzungen, Erkrankungen u. ä. Faktoren und Vorgänge in ihrer Auswirkung auf den Atmungsstoffwechsel. Auch das Kapitel „Respiration of Fruits“, in dem u. a. Reifung und Lagerung erörtert werden, beansprucht sein besonderes Interesse.

Der Bandherausgeber und seine rund 60 Mitarbeiter haben sich den Dank und die Anerkennung der Fachwelt für eine außerordentliche Leistung verdient. Der vorliegende Doppelband stellt eine der tragenden Säulen des ganzen Handbuches dar.

Es war ein schöner Gedanke des Verlages, diesem Bande einen Nachruf auf W. Ruhland, den Vater des Handbuches, voranzustellen, der von H. Ullrich, seinem ältesten lebenden Schüler, verfaßt ist. Das Bild, das uns Ullrich von dem Verstorbenen zu geben weiß, zeigt eine überragende Persönlichkeit und einen Wissenschaftler von seltener Vielseitigkeit. Das Handbuch, dessen Geschicke er bis zu seinem Tode lenkte, wird ein würdiges Denkmal dieses großen Botanikers sein.

H a s s e b r a u k, Braunschweig

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Begr. von Paul Sorauer. VI. Band: Pflanzenschutz. 2. Aufl. in 4 Lieferungen. Hrsg. von H. Richter. 3. Lieferung: Franz, J., Biologische Schädlingsbekämpfung. Koch, H., u. Goossen, H., Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 1961. 643 S., 380. Abb. Ganzln. 190,— DM.

Dieser Band des groß angelegten Handbuches, der — wie sich von selbst versteht — gegenüber der letzten, vor etwa 20 Jahren erschienenen Auflage beträchtlich umfangreicher geworden ist, enthält zwei in sich abgeschlossene und in keinem Zusammenhang miteinander stehende Publikationen. Dies kommt auch darin zum Ausdruck, daß dem Band zwei gesonderte (sehr sorgfältige) Sachverzeichnisse beigegeben sind. Mag eine solche Zusammenfassung zweier gesonderter Darstellungen auch vom verlagstechnischen Standpunkt aus verständlich sein, so bedauert Ref. sie dennoch, denn der Abschnitt „Biologische Schädlingsbekämpfung“ interessiert gewiß einen weit größeren Leserkreis als der über die Pflanzenschutztechnik. Es wäre zu wünschen, daß die ausgezeichnete Bearbeitung der biologischen Schädlingsbekämpfung — die ja heute in weiten Kreisen so starke Beachtung (aber nicht immer eine kritische Beurteilung) findet — einem möglichst weiten Interessenten-Kreis zu erschwinglichem Preis zur Verfügung stünde. Könnte der Verlag nicht hierfür einen Weg finden?

J. Franz ist der Fachwelt als ein Forscher bekannt, der, nicht zum wenigsten auf Grund eigener Studien in Canada und in den USA, über ein umfangreiches Wissen auf dem Gebiet der biologischen Schädlingsbekämpfung verfügt. Bekannt ist aber auch seine kritische, streng wissenschaftliche Einstellung zu allen Einzelfragen seines großen Arbeitsgebietes.

Er bietet dem Leser zunächst ein gewaltiges Sammelreferat, von dessen Umfang die großen Literaturverzeichnisse in dem vorliegenden Band zeugen. Daß hier oft von Mißerfolgen berichtet werden muß, und daß viele Beispiele von Erfolg unter Bedingungen gewonnen wurden, die von den bei uns herrschenden völlig verschieden sind, ist eine zum Nachdenken anregende Tatsache. Die übereifrigen Befürworter der biologischen Schädlingsbekämpfung (die ja meist giftige Gegner der „Giftspritzerei“ sind) sollten dies zur Kenntnis nehmen!

Es ist unmöglich, im Rahmen eines Referates den Inhalt der Arbeit von J. Franz erschöpfend wiederzugeben. Ein bis ins einzelne aufgegliedertes Inhaltsverzeichnis von 6 Seiten ermöglicht dem, der nur einen ersten Blick in das Buch tut, eine gute Übersicht. Greifen wir nur wenige, in Deutschland besonders interessierende Kapitel zur kurzen Besprechung heraus.

Zum Vogelschutz gibt uns der Verf. einen Einblick in die methodischen Schwierigkeiten, die sich uns entgegenstellen, wenn wir den Wert der Vögel nicht nur mit Herz und Gemüt erfassen, sondern unter wirtschaftlichem Gesichtspunkt beurteilen wollen. Er hält sich vor allem an den Vogelschutz im Walde, da in anderen, mehr oder weniger degradierten Kulturlächen (Ref. rechnet auch die Obstanlagen dazu) die wirtschaftlichen Möglichkeiten des Vogelschutzes völlig problematisch sind. Eine Ansiedlung bzw. Vermehrung der als Nützlinge anzusprechenden Vögel ist im Walde in größerem Umfang als bisher angenommen wurde möglich. Verf. sagt, vorsichtig zusammenfassend: „Es muß sich noch erweisen, mit welchen Mitteln, an welchem Standort und bei welchen Wirtschaftsreformen sich die günstigen Eigenschaften der Vögel im Sinne einer biologischen Bekämpfung vorbeugenden Charakters verwenden lassen. Daß sie im Sinne des kulturellen Pflanzenschutzes, also einer . . . Stabilisierung der Biozönose erwünscht sind, dürfte unbestritten sein.“

Die überall in der Welt gesammelten Erfahrungen mit „Nutzarthropoden“ nehmen in dem Kapitel „Biologische Schädlingsbekämpfung“ selbstverständlich einen großen Raum ein. Ausführlich werden hier Ergebnisse der Grundlagenforschung: der Insektenphysiologie und -pathologie geschildert. Aber auch scheinbar rein technische Fragen wie das Sammeln, das Versenden, die Züchtung und die Ansiedlung der Parasiten und Predatoren werden eingehend besprochen. Sie hängen ja aufs engste mit der Biologie dieser Nützlinge zusammen, und die Bewältigung dieser mühevollen Arbeiten ist die Vorbedingung für den wirtschaftlichen Erfolg. Sehr beachtenswert sind die Ausführungen über die Schonung der Entomophagen bei der chemischen Schädlingsbekämpfung. Dieses Problem steht heute im Vordergrund der Pflanzenschutz-Beratung.

Zur Verwendung insektenpathogener Bakterien und Pilze hören wir: Einige der aus erkrankten Schadinsekten isolierten Bakterien können auf künstlichen Nährböden kultiviert werden; ihrer Vermehrung in größtem Maßstab steht also nichts im Wege. Aber selbst die obligat parasitischen Mikroorganismen wie *Bacillus popilliae*, der Erreger der milky disease des Japankäfers, werden heute im technischen Großverfahren in infizierten Engerlingen gezüchtet und als sporenhaltiges Pulver in den Handel gebracht. Praktische Erfolge mit solchen Bakterienpräparaten

sind zweifellos erzielbar, wenn sie auch gegenüber denen mit Bodeninsektiziden erheblich langsamer in Erscheinung treten (gegen die Engerlinge des Japankäfers z.B. in 2 Monaten bis 3 Jahren). Die biologische Bekämpfungsmethode mit Mikroorganismen ist wohl z.Z. noch nicht voll praxisreif. Sie steht eben in Konkurrenz zu den vielfach bewährten und heute auch hygienisch größtenteils einwandfreien chemischen Verfahren.

Günstiger wird man die Verwendung insektenpathogener Viren beurteilen dürfen. Als Mortalitätsfaktor beim Zusammenbruch von Insekten-Massenvermehrungen sind die Viren zweifellos viel wichtiger als Pilze und Bakterien. Die Gewinnung von Infektionsmaterial ist leicht; sie kann u. U. vom Praktiker selbst durchgeführt werden. Die Viren wirken auch schneller: nach 5—10 Tagen verursachen sie den völligen Zusammenbruch einer Massenpopulation des Schädlings. Auch die „Einbürgerung“ eines Virus in einem von Schadinsekten häufig bedrohten Gebiet ist in Einzelfällen schon gelungen, so daß sich die „biologische Hemmung“ der Vermehrung des Schädlings ohne menschliches Zutun jahrelang fortsetzt — das erstrebenswerteste Ziel dieses Arbeitsgebietes. Auf die vielseitigen zur Zeit in der ganzen Welt laufenden Versuche mit insektenpathogener Viren weist der Verf. unter Anführung der neuesten Literatur hin.

Auf allen hier herausgegriffenen Gebieten gibt uns J. Franz neben Kritik und sogar Skepsis gut begründete Aussichten auf wirtschaftliche Erfolge der biologischen Schädlingsbekämpfung.

In dem Abschnitt „Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes“ machen uns H. Koch und H. Goossen mit dem neuesten Stand der Gerätetechnik bekannt. Diese Publikation ist für jeden Pflanzenschutz-Berater ein unentbehrlicher Wegweiser durch das umfangreiche und für die praktische Pflanzenschutzarbeit so überaus wichtige Gebiet. Es ist gewiß kein Fehler der Darstellung, daß sie auch „Historie“ treibt und uns in Bild und Text an längst überholte Gerätetypen erinnert, die wir sonst nur in alten, selten noch erhaltenen Katalogen finden würden. Die Erd-dämpfgeräte sind heute zu großer Vollkommenheit entwickelt und für die gärtnerische Praxis — da die chemische Bodenentseuchung noch immer voller Tücken und Schwierigkeiten ist — von großem Wert. (Die Dämpfgeräte, die Ref. vor Jahren abbildete, hat sich in dieser, von den Verf. übernommenen Form nicht bewährt, sie ist durch bessere Konstruktionen überholt.) Beizgeräte finden in älteren, heute noch einwandfreien Typen, aber auch in den modernsten, automatischen Konstruktionen ihre Darstellung. Bei den Spritzgeräten wird — sehr erwünscht für den Berater — die Konstruktion der neuzeitlichen Hochleistungspumpen, die ja durch die Kapselung dem Auge verborgen ist, beschrieben und mit guten Abbildungen erläutert. Das automatische Einmann-Sprühgerät — das aktuellste Pflanzenschutzgerät im Obstbau — wird eingehend und kritisch besprochen. Stäube- und Nebelgeräte folgen. Auch die mehr theoretischen Ausführungen über Düsenformen, Tröpfchengröße usw. sollte heute der Pflanzenschutz-Fachmann studieren, denn sie bieten die Unterlage für den betriebswirtschaftlichen Wert der Geräte. Der Schlußabschnitt über den Einsatz des Flugzeugs im Pflanzenschutz weist in die Zukunft, in der — vermutlich sehr bald — diese Pflanzenschutztechnik noch große Bedeutung erlangen wird.

Die textliche Ausstattung und die Bebilderung des vorliegenden Bandes sind in seinen beiden Abschnitten ohne Ausnahme mustergültig. Dieser Sorauer-Band erfüllt alle Wünsche, die wir an die Neuauflage des wichtigen Handbuches stellen können.

W. Kotte, Freiburg i. Br.

Handbuch der Pflanzenanatomie. 2. Aufl., Bd. III, Teil 4: Roelofsens, P. A., The Plant Cell Wall. Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolassee 1959. 335 S., 215 Abb., 68 Taf. Gbd. 135,— DM. (Subskr. Pr. 108,— DM).

Die großangelegte Darstellung der pflanzlichen Zellwand im Rahmen des Handbuches der Pflanzenanatomie als neue Auflage C. van Wisselinghs „Die Zellmembran (1925)“ ist datiert vom gleichen Jahre wie die gleichnamige, in deutscher Sprache erschienene von A. Frey-Wyssling aus dem Springer-Verlag, welche eine Neuauflage des 1. Teiles seiner Monographie: Die Stoffausscheidung der Pflanzen darstellt. Während Frey-Wyssling den engeren Rahmen seiner früheren Darstellung auf den ganzen Umfang und die Bedeutung der pflanzlichen Zellwand in jeder Hinsicht erweitert hat, beschränkt Roelofsens seine Disposition eben auf den Rahmen des Handbuches in anatomischer Sicht auf die beiden großen Abschnitte: (1) Die Konstituenten der Zellwand und (2) die Struktur der Zellwand. In dieser Beziehung sind die beiden Darstellungen unterschieden, eine jede in ihrer Besonderheit. Die eine kann nicht für die andere genommen werden. Es ist andererseits aber auch verständlich, daß das Buch Roelofsens in seinem 1. Abschnitt, welcher die Chemie der Zellwand behandelt, mehr der Frey-Wysslingschen Darstellung ähnelt, als der 2. Abschnitt, welcher die Vielgestalt der Struktur pflanzlicher Zellwände aufzeigt und bespricht und damit in betont anatomischer Sicht einen ganz anderen Rahmen umspannt, als bei Frey-Wyssling zu erwarten ist. Es handelt sich also um zwei doch recht verschiedene Bücher über die Zellwand der Pflanzen.

Im Abschnitt über die Konstituenten der Zellwand (S. 1—101) werden Cellulose, Chitin, Hemicellulosen, Polyosen, Polyuroniden, Lignin, die Zellwandinkrusten von Lipoidcharakter sowie weitere Stoffe, welche in der Zellwand auftreten können, behandelt. Der 2. Abschnitt über die Struktur der Zellwand (S. 102—305) bringt zunächst die Erörterung der speziellen Untersuchungsmethoden der Zellwand, Untersuchung im gewöhnlichen Licht unter Verwendung besonderer Quellungserscheinungen, Phasenkontrast, Untersuchung mittels des Polarisationsmikroskopes, mittels Röntgenstrahlen und mittels des Elektronenmikroskopes. In drei Abschnitten werden Struktur und Wachstum der Primärwand der Zelle der Anthophyten dargestellt (S. 126—188) und der Sekundärwand jeweils für die verschiedensten Zellarten und Wachstumsweisen, und endlich im 4. Abschnitt die Struktur der Zellwände verschiedener Algen und Pilze.

Besonders dieser 2. Hauptabschnitt ist durch eine große Anzahl sehr guter, meist elektronenmikroskopischer Aufnahmen im Text, ganz besonders aber durch die 215 ganz ausgezeichneten ebenfalls meist elektronenmikroskopischen Aufnahmen auf den 68 Tafeln ausgestattet.

A. Th. Czaja, Aachen

Handbuch der Pflanzenanatomie. 2. Aufl., Bd. III, Teil 5: Henes, E., Fossile Wandstrukturen. Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolassee 1959. 108 S., 132 Abb., 9 Taf. Gbd. 50,— DM. (Subskr. Pr. 40,— DM).

Hauptgegenstand der Untersuchungen ist die mikroskopische Analyse von Wandstrukturen der Tracheiden paläozoischer Gefäßpflanzen und das Herausstellen ihrer typischen strukturellen Merkmale. Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Feststellung des Strukturwandels und die dabei zu beobachtenden Gesetzmäßigkeiten, wobei angenommen werden darf, daß die ontogenetische Abwandlungsreihe weitgehend der phylogenetischen entspricht.

Letzten Endes ist das Ziel aller Bemühungen, zusätzlich zu der Strukturbeschreibung den stammesgeschichtlichen Wandel der Wandstrukturierungsweise der paläozoischen Tracheide in merkmalsphysiologischer Hinsicht über einige Zeitabschnitte hinweg zu rekonstruieren.

Es wird eine große Anzahl von Fossilien zumeist in Dünnschliffen durchgearbeitet und daraus der Strukturwandel abgeleitet, welcher von den einfach leistenförmigen Verdickungen in Ringen und Spiralen und Kombinationen beider im Silur und Unterdevon (Psilophyten), im Mitteldevon zur Leistenverknüpfung und Tüpfelbildung, Behöfung der Tüpfel und Koordinierung der Wandstruktur benachbarter Tracheiden führt. Im Karbon und Perm treten Reduktionen des Tüpfelungsgrades verschiedener Art ein. Diese Wandlung in der Ausbildung der Tracheiden wird auch in der fibrillären Struktur verfolgt, von der Flachspirale bis zur Steilspirale. Die Entwicklung der Lepidophyten-tracheide wird ebenfalls aus derjenigen der Psilophyten abgeleitet. Die interessanten Feststellungen werden in einem sehr übersichtlichen Entwicklungsschema dargestellt.

A. Th. Czaja, Aachen

Handbuch der Pflanzenanatomie. 2. Aufl., Bd. VI, Teil 1: Geitler, L., Schizophyzeen. Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolassee 1960. 131 S., 101 Abb. Gbd. 57,50 DM. (Subskr. Pr. 46,— DM).

Wie in der 1. Auflage wird die betont anatomische Behandlung der Schizophyzeen beibehalten; auch der Grundplan der Bearbeitung ist nicht verändert worden. Die stärkste Umarbeitung hat der plasmocytologische Teil erfahren. In der allgemeinen Übersicht betont Verf. ausdrücklich, daß „die Blaualgen als phylogenetisch ursprünglichste d.h. undifferenzierteste Algengruppe“ erscheinen. Diese haben, wie auch die Bakterien, die Organisationshöhe des Zellbaues der Flagellaten nicht erreicht. Im Gegensatz dazu steht z.B. G. H. Smith („Cryptogamic Botany“, Vol. I, 1955), welcher die Cyanophyceen im System unmittelbar vor die hochentwickelten Rhodophyceen stellt. Betreffend den Zellkern stellt Verf. an Hand der Definition des Begriffes Zellkern fest, „daß die Blaualgenzelle eine ihr eigentümliche, mit der Kern-Cytoplasma-Organisation nicht unmittelbar vergleichbare Organisation besitzt“.

Noch nicht abschließend kann die Frage der Lokalisation der Assimilationsfarbstoffe allein im Centroplasma beurteilt werden. Jedenfalls besitzt dieses Lamellenbau und ist grundsätzlich gleich strukturiert wie die Plastiden höherer Pflanzen. Bei der Erörterung der Farbstoffe des Chromatoplasmas wird betont, daß die blauen oder karminroten wasserlöslichen Zusatzfarbstoffe auch bei Cryptomonaden und Dinoflagellaten vorhanden sind, außerdem bei den Rhodophyceen. Damit entfallen auch die zu Unrecht behaupteten phylogenetischen Beziehungen zu den Rhodophyceen. Bei der Diskussion der Cyanophycinkörnchen wird die große Unsicherheit, welche in mikrochemischer Hinsicht bei den Blaualgen besteht, wiederum sehr deutlich. Auch der Chromatinapparat birgt noch genügend Unbekanntes in sich. Verf. schließt dieses wichtige Kapitel mit der Feststellung, daß die cytologische Erforschung der Blaualgenzelle erst am Anfang steht. Von den besonderen Ausgestaltungen werden Vakuolisierung, Keritomie, Gasvakuolenbildung, Konkavzellen, Spaltkörper, Nekriden und andere Zelleinschlüsse besprochen. Breiten Raum nimmt die äußere Zellmorphologie ein, die nicht unbeträchtliche Mannigfaltigkeit aufweist, ferner Membranbau und Wachstum. Gut ein Drittel des Buches ist dem Formwechsel gewidmet. Hier tritt die sehr große Mannigfaltigkeit der Zellgestaltung der Blaualgen deutlich

hervor. Zum Problem der Heterocysten nimmt Verf. nicht eigens Stellung, sondern diskutiert die verschiedenen bis jetzt geäußerten Ansichten. Der letzte Abschnitt behandelt den Thallusaufbau.

Die sehr kritische Verarbeitung der noch recht lückenhaften und z. T. noch wenig sicheren Kenntnisse der Schizophyceen stellt eine äußerst verdienstvolle Arbeit dar.

A. Th. Czaja, Aachen

Gildemeister, E., und Fr. Hoffmann, Die ätherischen Öle. 4., völlig neu bearbeitete Auflage, hrsg. von W. Treibs, Bd. II. Analytik der ätherischen Öle und ihrer Inhaltsstoffe. XX u. 439 S., 39 Abb., 36 Tab. Akademie-Verlag, Berlin 1960, Ganzln. 48,— DM.

Mit vollem Recht darf der Bearbeiter der Neuauflage im Vorwort behaupten, daß in dem „vorliegenden analytischen Teil“ „von dem früheren Gesicht des Gildemeister nur wenig übrig geblieben“ ist. Die modernen physikalischen Analyseverfahren haben auch bei der Erforschung ätherischer Öle ihren Siegeszug angetreten. Wie die neueren und neuesten Veröffentlichungen auf diesem Gebiet zeigen, sind vor allem die Gaschromatographie bei der Aufklärung der Zusammensetzung ätherischer Öle und die IR-Spektrographie bei der Konstitutionsermittlung ihrer Bestandteile so ergiebig, daß in der nächsten Auflage des Werkes auch der „spezielle Teil“, Bd. IV ff., davon sicherlich stark berührt werden wird.

Kapitel I behandelt die internationale Normung der Prüfungsverfahren (Technische Kommission ISO/TC54), die Nomenklatur (Tabelle mit den deutschen, englischen, russischen, italienischen, spanischen, portugiesischen und lateinischen Namen von etwa 100 wichtigeren ätherischen Ölen) und die Preisbewegung einiger Öle während der letzten 60 Jahre. Kapitel II ist der Vorbereitung der Probe, der Probenentnahme, der Ölbestimmung in Pflanzenmaterialien, Oleoresinen und Extrakten, der Wassergehaltsbestimmung und der Geruchs- und Geschmacksprüfung gewidmet. Kapitel III — mehr als $\frac{1}{3}$ des gesamten Umfanges des Bandes — schildert die physikalischen Prüf- und Trennverfahren: Dichte, Löslichkeit, Viskosität und Oberflächenspannung; chromatographische Methoden (Säulen-, Papier-, Gaschromatographie, Sorptionsanalyse, multiplikativer Verteilung); Erstarrungs-, Schmelz-, Siede-, Flammpunkt, fraktionierte Destillation, Verdampfungsrückstand; Refraktometrie, optisches Drehvermögen, Absorptionsspektren (UV-, sichtbarer-, IR-Bereich, Ramanspektren, spektroskopische Bestimmung des C-Skeletts nach kompletter Hydrierung oder Dehydrierung), Farbreaktionen und Colorimetrie; DEK, Dipolmoment, Polarographie, Kernresonanzspektren. Kapitel IV: Chemische Analysenmethoden — Elementaranalyse, Gruppenanalyse (Alkohole, Phenole, Äther, Aldehyde und Ketone, Säuren, Ester, Peroxyde; Tabellen zur Berechnung des %o-Gehaltes an Alkoholen aus der Verseifungszahl und zur Auswertung der Esterzahl). Kapitel V (7 S.) bringt kurze allgemeine Hinweise zur Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen. Kapitel VII behandelt die Isolierung und Identifizierung einzelner Bestandteile ätherischer Öle (Gruppentrennung, Abtrennung, Identifizierung und Derivate der Einzelverbindungen). Kapitel VIII beschäftigt sich mit der Analyse von Extraktions-(Enfleurage-)produkten; Kapitel IX endlich bringt Methoden zum Nachweis häufiger Verfälschungsmittel: Mineralöl, Terpentin-, Cedernholz-, Copaiva-, Gurjunbalsamöl, Äthanol, Methanol, Chloroform, Ester, fettes Öl, Kolophonium.

Diese Übersicht dürfte einen Überblick über die Vielseitigkeit des Inhaltes geben. Insbesondere bei den modernen Verfahren wird das Prinzip erläutert und eine Vorschrift gegeben, die in vielen Fällen die Originalliteratur

entbehrlich machen dürfte. Verf. selbst betont die Schwierigkeiten, die die richtige Stoffauswahl für den vorliegenden Teil bereitete. Es ist unvermeidlich, daß bei der Auswahl und der Gewichtsverteilung ein gewisses subjektives Moment zur Geltung kommt. So fiel dem Referenten auf, daß der Abschnitt II C über die — doch gewiß wichtige — Bestimmung von ätherischen Ölen in Pflanzenmaterialien usw. durch Destillation etwas knapp geraten ist. Es wird eigentlich nur die Clevenger-Apparatur ausführlicher beschrieben. Die zumindest gleichwertige und viel verwendete Apparatur von Moritz wird gar nicht, die vorzügliche, vor allem für kleine Mengen geeignete, von Stahl nur in einem kurzen Hinweis erwähnt. Wichtige Verfahren, die an schwer zugänglicher Stelle veröffentlicht wurden, z.B. die Destillation im überhitzten Dampf nach Naves, hätten vielleicht eine ausführliche Beschreibung, womöglich mit Abbildung der Apparatur, verdient. In seiner Gesamtanlage und in den Details der Darstellung darf Bd. II der Neuauflage des Gildemeister-Hoffmann als wohl gelungen bezeichnet werden. Alle, die in Forschung oder Praxis mit der Analyse ätherischer Öle zu tun haben, werden dem Bearbeiter für dieses moderne, inhaltsreiche Werk Dank wissen.

M. Steiner, Bonn

Aach, H. G., Die Viren. Handbuch der Biologie, Bd. I. S. 287—352, 72 Abb., 2 Farbtaf., 15 Tab. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaiion, Dr. A. Hachfeld, Konstanz 1960.

Innerhalb der Virusforschung ist die Spezialisierung so weit vorgeschritten, daß es sehr schwer ist, das Gesamtgebiet dieser Disziplin zu überblicken. Berücksichtigt man diesen Umstand, dann muß man dem Autor des Kapitels „Die Viren“ zugestehen, daß er einen Beitrag zum Handbuch der Biologie verfaßt hat, der kaum besser sein könnte. In drei Abschnitten werden phytopathogene Viren, menschen- und tierpathogene Viren und Phagen behandelt. Die ausführlichste Darstellung ist dem Tabakmosaik gewidmet, das als Modellobjekt hervorgehoben wird, da an ihm die wesentlichsten Erkenntnisse über die Natur der Viren gewonnen wurden. Eingangs werden „Methoden der Virusforschung“ beschrieben. Dieser Teil handelt im wesentlichen von den der Chemie und der Physik entlehnten Verfahren. Obwohl einige davon unentbehrlich sind, fragt man sich jedoch, ob Abbildungen wie die einer Elektrophorese-Apparatur, die eines Strahlenganges des Philpot-Svensson-Systems oder einer Ultrazentrifuge wesentlich zum Verständnis der Methoden oder der Biologie der Viren beitragen. Wenn schon, dann sollte auch die Dimension der Sedimentationskonstanten richtig sein, $S = (\text{cm/sec/dyn/g} = \text{sec})$.

Andererseits wäre die Mannigfaltigkeit allein im Bereich der phytopathogenen Viren besser zum Ausdruck gekommen, wenn etwas ausführlicher auf die vektorübertragbaren Viren eingegangen worden wäre. Den Biologen dürften insbesondere auch solche Viren interessieren, die sich in Pflanze und Tier vermehren. Hierzu gehören das Blattrollvirus sowie das Virus des Reiskümmerrwuchses, dessen Vektor systematisch zu den Zikaden (*Homoptera*) gehört und nicht zu den Heuschrecken (*Orthoptera*). Beim letztgenannten Virus vermißt man den Hinweis, daß das Virus durch Generationen transovarial auf die Nachkommen übertragen wird.

Korrekturbedürftig erscheint der der Elektronenmikroskopie gewidmete Abschnitt. Beispielsweise sind die Partikeln der gestreckten Pflanzenviren durchaus ohne präparative Darstellung direkt aus einem Exsudat elektronenoptisch darstellbar. Keineswegs sollte Pirie (1957) zitiert werden, wenn

von der Normallänge des TMV die Rede ist. In dem zitierten Artikel zweifelt Pirie nämlich, daß es eine fundamentale Einheit der TMV-Partikeln gibt. Ferner können die von Köhler und Bode (1951) gefundenen spiraligen Strukturen nicht in Zusammenhang mit der Feinstruktur von Viruspartikeln zitiert werden. Den Phytopathologen mögen indes auch einige andere Mißverständnisse stören. So scheint es z.B. keineswegs erwiesen, daß der Rippenbräunestamm des Y-Virus sich von Südamerika her ausgebreitet hat. In der Natur spielt die Kartoffel als Wirt für das TMV keine Rolle.

C. Wetter, Braunschweig

Personalnachrichten

Unser Mitglied Professor Dr. W. H. Fuchs, Göttingen, wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“, Halle (S.), gewählt.

Unser Ehrenmitglied Oberregierungsrat a. D. Dr. C. Stapp, Braunschweig, ist zum Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie ernannt worden.

Aus der Mitgliederbewegung

Neues Mitglied

Kleinwanzlebener Saatzucht vorm. Rabbethge & Giesecke A.-G.,
(20 b) Einbeck (Hann.).

Anschriftenänderungen

Kummer-Anhaeüßer, Dr. Hiltrud, Wissenschaftl. Mitarbeiterin an
der Staatl. Landwirtschaftl. Versuchs- und Forschungsanstalt,
(17 a) Augustenberg, Post Grötzingen (Kr. Karlsruhe).

Plarre, Dr. Werner, Oberassistent am Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung der Fakultät für Landbau der Technischen Universität Berlin, (1) Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 6.

Schander, Dr. Helmut, Privatdozent, Institut für Biologie der Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen, (21 a) Jülich.

Schmidt, Dr. Lothar, Wissenschaft. Mitarbeiter am Institut für Biologie der Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen.
(21 a) Münster (Westf.), Im Hagenfeld 83.

Aus der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin-Dahlem
Fachgruppe Biologische Materialprüfung, Holzschutz und Holztechnologie*)

Untersuchungen über die Fähigkeit holzerstörender Pilze zur Trockenstarre

Von

Gerda Theden

Fragestellung

Es ist eine bekannte Tatsache, daß holzerstörende Pilze ihre Lebensfähigkeit bei Entzug der hierfür erforderlichen Feuchtigkeit einstellen müssen, dabei jedoch nicht sogleich absterben, sondern im Zustande der „Trockenstarre“ Dürrezeiten überdauern können. Die durchgeführte Untersuchung soll ein Beitrag dazu sein, unsere Kenntnisse über die Voraussetzungen und die mögliche Dauer dieses Überlebens zu erweitern.

Praktische Bedeutung hat die Frage, wie lange nach einem Schwammbefall noch mit einem Wiederaufleben zu rechnen ist, besonders im Hochbau. Vor allem nach einem Befall durch „Echten Hausschwamm“ kann es sowohl im Hinblick auf die durchzuführenden bautechnischen Maßnahmen als auch auf die wirtschaftliche Bewertung entscheidend sein, von wann an der Pilz als abgestorben angesehen werden darf.

Auf Grund der bisher im Schrifttum mitgeteilten Ergebnisse von Untersuchungen zu dieser Frage (siehe 2, 3, 8, 9, 10) darf als gesichert angenommen werden, daß

1. die verschiedenen holzerstörenden Pilze die Fähigkeit zum Überleben von Trockenzeiten in unterschiedlichem Maße besitzen,
2. Zeiten von über 5 Jahren im Zustande der Trockenstarre überstanden werden können,
3. Feuchtigkeitsstufen dicht unterhalb 100 % relativer Luftfeuchtigkeit, etwa bei 90 %, für das Überleben weniger günstig sind als wirklich trockene Verhältnisse (etwa 60 % und darunter).

Versuchsdurchführung

Für die Versuchsanordnung wurden die früher gewonnenen Erfahrungen (10) verwertet. Es wurde mit kleinen Holzklötzchen gearbeitet, die in Faserrichtung 2,5 cm lang waren, einen Querschnitt von 1,2 cm × 0,7 cm hatten und zum Aufhängen in der Nähe eines Endes mit einem Loch von 3 mm Durchmesser versehen waren. Im allgemeinen wurde ausgesuchtes Splintholz der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) verwendet, nur für den Laubholzpilz *Polystictus versicolor* Buchenholz (*Fagus sylvatica* L.).

Die Holzklötzchen wurden zunächst im Autoklaven sterilisiert. Dann kamen sie zu mehreren (bis zu 10) auf einen Pilzrasen, der eben gerade

*) Für einen Teil der Untersuchung hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft dankenswerterweise Geldmittel zur Verfügung gestellt. Besonderer Dank gilt auch der sorgsamen Betreuerin der Versuche, Frau Irmgard Hoffmann.

den Malz-Agar-Nährboden in einer Petri-Schale von 9/10 cm Durchmesser bewachsen hatte. Für die Versuche wurde eine Anzahl von Pilzarten herangezogen, die als Schädlinge an Werkholz, besonders an Bauholz, Bedeutung haben, zum Teil auch mit mehr als einem Stamm. Einzelangaben enthält der Abschnitt 2. Die Pilze, mit denen nach der Normvorschrift DIN 52 176 die pilzwidrige Wirksamkeit von Holzschutzmitteln geprüft wird, wurden dabei in erster Linie berücksichtigt. Dies geschah nicht nur wegen des Vertrautseins mit ihnen von den laufenden Prüfungen her und aus dem Wunsch heraus, diese Organismen noch besser kennenzulernen, sondern auch aus dem gemeinsamen Gesichtspunkt für die Auswahl; seinerzeit wie für die vorliegende Untersuchung sollte eine begrenzte Anzahl von Pilzen ausgesucht werden, die als typische Vertreter der ganzen Gruppe von holzerstörenden Pilzen an Werkholz angesehen werden dürfen.

Zu einem Zeitpunkt, zu dem die Pilze das Holz vollständig bewachsen und vermutlich auch durchwachsen, es jedoch noch nicht weitgehend abgebaut hatten, meist nach 6 Wochen, wurden die Klötzchen unter möglichst sterilen Bedingungen aus den Kulturen herausgenommen, von adhaftendem Mycel befreit und einzeln mittels steriler Glashaken und Perlonfäden in sterilisierten 1-l-Einkochgläsern aufgehängt (siehe Bild 1).

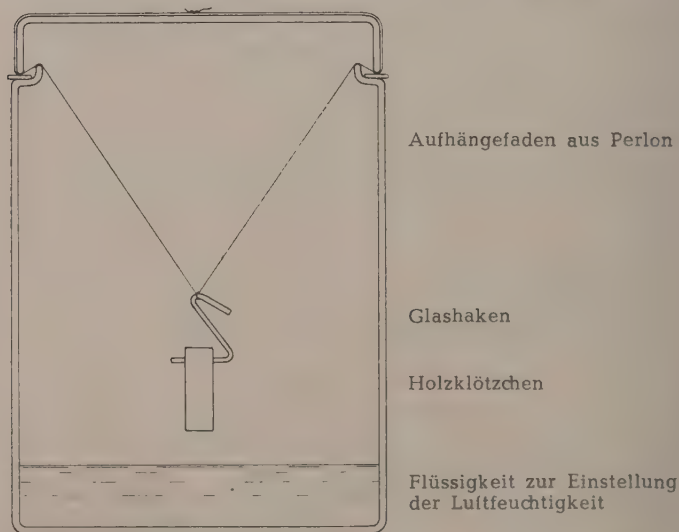


Bild 1. Versuchsanordnung zur Ermittlung der Trockenstarre-Fähigkeit holzerstörender Pilze.

Während der Trockenheit: am Boden Calciumchlorid-Lösung mit Bodenkörper, Deckel mit Gummiring und Metallbügel fest verschlossen.

Während der Wiederbefeuchtung: am Boden destilliertes Wasser, Deckel nur aufgelegt.

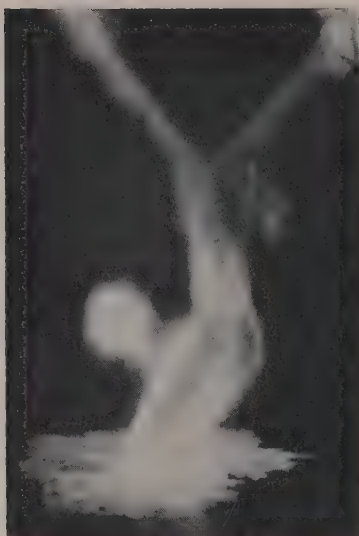
Am Boden der Einkochgläser befanden sich etwa 75 ml gesättigte Calciumchlorid ($\text{CaCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$, p. a.)-Lösung mit Bodenkörper zur Einstellung von ungefähr 35 % rel. Luftfeuchtigkeit. Bei Pilzen, die — nach früheren Erfahrungen (10) — den schroffen Wasserentzug schlecht vertragen, wurde eine milde Zwischentrocknung von 11 Tagen über gesättigter Natriumcarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$, doppelt gereinigt)-Lösung, die etwa 92 % rel. Luftfeuchtigkeit bewirkt, eingeschaltet. Die Gefäße wurden, vor Tages- und Sonnenlicht geschützt, in einem Klimaraum bei 20° C aufgestellt. Als außerdem ein Klimaraum mit 27° C und ein Kühlschrank mit 7,5° C zur Verfügung standen, wurden Vergleichsversuche bei den drei Temperaturen angesetzt.

Nach abgestuften Zeiten wurden einzelne Gefäße zwecks Prüfung der Pilze auf ihre Fähigkeit zum Wiederaufleben herausgeholt. Hierzu wurde der Deckel mitsamt der daran aufgehängten Holzprobe abgenommen und auf ein sterilisiertes Einkochglas, mit etwa 75 ml Wasser am Boden, übertragen. Diese Gefäße wurden sämtlich bei 20° C aufgestellt und laufend auf das Aussprossen von frischem Pilzmycel beobachtet.

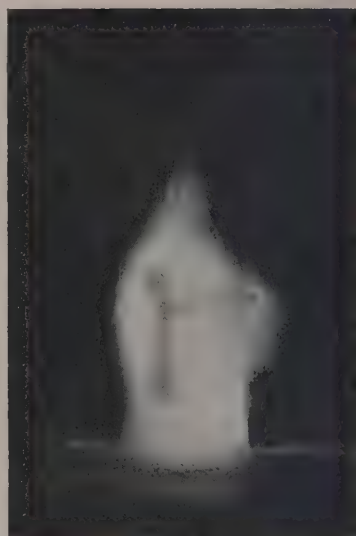
Einen Eindruck vom Aussehen der wieder zum Leben erwachten Pilze sollen die Bilder 2 bis 5 vermitteln. Je nach der Eigenart des Pilzes entstehen zarte Gebilde oder dichte (Bild 4) Hyphenmassen am Holz und breitet sich das Mycel nicht wesentlich (Bild 4) oder sehr weit (Bilder 2, 3 und 5) im Versuchsgefäß aus. Der Echte Hausschwamm, *Merulius lacrimans* (Bild 2), ist kennzeichnenderweise am Glashaken und am Aufhängefaden weiter nach oben gestiegen als alle anderen Pilze. *Merulius silvester* (Bild 3) hat auf der zarten Mycelhaut, die er auf der Wasseroberfläche gebildet hat, unzählige Tröpfchen ausgeschieden. *Poria raillantii* (Bild 5) neigt dazu, viel auf dem Wasser schwimmendes Mycel hervorzubringen.

Wenn bei einer Probe der Pilz nach angemessener Wartezeit, mindestens mehreren Wochen, nicht zum Vorschein kam, wurde eine weitere Probe — oder mehrere — in 100 % relative Luftfeuchtigkeit übertragen. Zeigte es sich auch diesmal, daß der Pilz abgestorben war, wurden allen restlichen Proben die Voraussetzungen zum Wiederaufleben geboten. Gelegentlich kam es dabei vor, daß unter einer größeren Anzahl von Proben doch noch eine war, in der der Pilz noch lebte. In den Tabellen schließt in diesem Falle die Versuchsreihe nicht mit dem Zeichen 0, das bedeutet, daß alles Leben erloschen ist, sondern mit einem eingeklammerten (+) ab (Beispiel in Tabelle 4).

Im Laufe der Jahre sind bei einigen Pilzen mehrere Versuchsreihen nacheinander angesetzt worden, zum Teil, um die Wiederholbarkeit beurteilen zu können, zum anderen, weil die zunächst angesetzten Proben teils offensichtlich, teils vermutlich (durch Umzüge und andere widrige Umstände) Schaden gelitten hatten, teils vorzeitig verbraucht waren, und schließlich, weil erst vor einiger Zeit die einrichtungsmäßigen Voraussetzungen für den Vergleich bei verschiedenen Temperaturen gegeben waren.



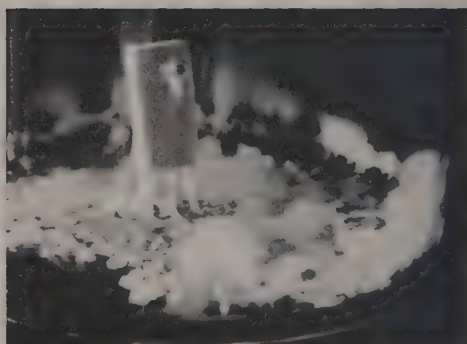
2



3



4



5

Bilder 2 bis 5

Nach der Trockenstarre aus den über Wasser aufgehängten Holzklötzchen
hervorgewachsenes Mycel

Bild	Pilz	Dauer der Trockenstarre		Wachstumsdauer	
		bei 20°C/35% r. L.-F.		bei 20°C/100% r. L.-F.	
		Jahre		Wochen	
2	<i>Merulius lacrimans</i> 133	1/2		6	
3	<i>Merulius silvester</i> 195	1		7	
4	<i>Poria vaporaria</i> II	7 1/2		10	
5	<i>Poria vaillantii</i> R 112	2		18	

Die bisherigen Versuchsergebnisse

Die Untersuchung, die bereits seit einer Reihe von Jahren läuft, ist bei weitem noch nicht abgeschlossen. Das hängt mit der Eigenart der Fragestellung zusammen, die im wesentlichen auf die mögliche Zeitdauer der Trockenstarre von Pilzen hinausläuft. Da diese nun zum Teil eine größere Anzahl von Jahren beträgt, muß man entsprechend lange Zeit warten. Im hier vorgelegten Bericht sollen die bisher gewonnenen Ergebnisse zusammengestellt werden.

1. Versuche mit *Coniophora cerebella*

Mit dem „Normstamm“ („Eberswalde“), der für die Prüfung von Holzschutzmitteln gemäß dem Normblatt DIN 52 176 vorgeschrieben ist, sind mehrere Versuchsreihen angesetzt worden. Die bereits früher (10) gemachte Beobachtung, daß dieser Pilz durch schnelle Trocknung daran gehindert wird, in den Zustand der Trockenstarre überzugehen, wurde berücksichtigt, indem ein 11tägiger Aufenthalt bei 92 % relativer Luftfeuchtigkeit vor dem Verbringen in die Trockenheit gewährt wurde.

Nach ½jähriger Aufbewahrung des befallenen Holzes bei etwa 35 % rel. Luftfeuchtigkeit und 20° C wurde — übereinstimmend in allen Versuchsreihen — etwa eine Woche nach dem Umhängen in gesättigte Luft-

Zeichenerklärung für die Tabellen 1 bis 10

+++	} Pilz sproßt aus	↓ abnehmende Geschwindigkeit und Kräftigkeit des Aussprossens, wobei als Bezugsmaßstab die Erscheinung bei 20° C nach ½ Jahr = ++ genommen wird.
++		
+(+)		
+		
(+)		
0	Pilz sproßt nicht aus	
—	Versuch nicht durchgeführt	
↓	Versuchsreihe wird weitergeführt	
—	Versuchsreihe abgeschlossen	

Die kleinen Zahlen über den Spalten kennzeichnen die einzelnen Versuchsreihen, so daß zeitliche Reihenfolge oder Gleichzeitigkeit der Durchführung erkennbar ist.

Tabelle 1a. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Coniophora cerebella* Pers. [*C. puteana* (Schum.) Karst.] Normstamm I (Eberswalde)

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C					
	7,5	20				27
	4	1	2	3	4	4
2	+++	++	++	++	++	0
1	+++	++	(+)	0	+(+)	
2	+++	+(+)	0		0	
3	↓	0				

feuchtigkeit das Aussprossen des Pilzmycels mit bloßem Auge erkennbar. In den folgenden Tagen erstarkte es. In den verschiedenen Versuchsreihen stimmen nun aber die Ergebnisse nach 1jähriger Aufbewahrung in trockener Luft nicht mehr überein, wie aus Tabelle 1a ersichtlich ist. Freudiges Aussprossen, nicht anders als nach einem Jahr (Versuchsreihe 1), steht neben einer Verzögerung des Erscheinens um etwa $1\frac{1}{2}$ Woche (Versuchsreihe 4), fast völligem (Versuchsreihe 2) und völligem (Versuchsreihe 3) Abgestorbensein. Nach 2 Jahren kam es zum Wiederaufleben, jetzt mit Anzeichen einer Schwächung, nur noch in einer der 4 Versuchsreihen. Nach 3 Jahren Trocken-Aufbewahrung bei 20 °C zeigte sich in keinem Falle mehr Leben.

Bei anderer Temperatur während des Aufenthalts in trockener Luft ergeben sich völlig abweichende Verhältnisse. 27° C führten dazu, daß bereits nach einem halben Jahr der Pilz tot war. Nach dem Trocken-Aufenthalt bei 7,5° C dagegen entwickelte sich das Mycel im Vergleich zu den 20° C-Versuchen deutlich schneller, nicht nur nach einem halben, sondern auch nach einem Jahr und zweien, wenn auch hierbei ein Rückgang mit der Länge des Trockenaufenthalts schon andeutungsweise erkennbar ist.

In Tabelle 1b sind die Ergebnisse mit einem anderen Stamm von *C. cerebella* mitgeteilt, und zwar absichtlich einem, der gegenüber dem Normstamm nennenswerte Abweichungen zeigt (vgl. 4). Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen kann man die Übereinstimmung mit dem Trockenstarre-Verhalten des Normstammes als sehr befriedigend bezeichnen.

Tabelle 1b. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Coniophora cerebella* Pers. [*C. puteana* (Schum.) Karst.]
Stamm BAM 440

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5	20	27	
	2	2	1	1
$\frac{1}{2}$	+++	++	++	<u>0</u>
1	↓	↓	++	
2			<u>0</u>	

2. Versuche mit *Merulius*-Arten

Auch die Pilze aus der Gattung *Merulius* wurden schonend durch 11tägigen Zwischenaufenthalt bei 92 % rel. Luftfeuchtigkeit in den Trockenstarrezustand übergeführt.

Der Normstamm von *M. lacrimans* sproßte nach einhalbjährigem Trockenaufenthalt bei 20° C in zwei der Versuchsreihen (Tabelle 2a) kräftig und nach wenigen (etwa 5) Tagen erkennbar aus, in einer anderen verzögert und zu schwach, um eine Verunreinigung des Klötzchens durch Schimmel zu überwinden, und schließlich in einer weiteren überhaupt

Tabelle 2a. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Merulius lacrimans* (Wulf.) Fr. Normstamm III (Uerdingen)

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C					
	7,5	20				27
	4	1	2	3	4	4
1/2	++	++	+	0	++	(+)
1	++	0	0		(+)	0
2	-(+)				0	

nicht mehr. In einer der Versuchsreihen zeigte sich *Merulius*-Mycel nach 1 Jahr Trockenaufenthalt an einem von 5 Klötzchen, kennzeichnenderweise erst nach 20 Tagen und an einer einzelnen Stelle des Klötzchens, von der aus der Bewuchs sich dann weiter ausbreitete. Offensichtlich hat sich das Leben hier in einem engbegrenzten Bezirk im Holz länger erhalten als in allen sonstigen Klötzchen der verschiedenen Versuchsreihen. — Nach dem Aufenthalt bei 27° C regte sich noch Leben in 2 von 5 Versuchsklötzchen, war aber erwartungsgemäß nach 1 Jahr nicht mehr da. — Bei 7,5° C trocken aufbewahrt, hält sich *Merulius* — wie aus den Angaben in der Tabelle 2a ersichtlich ist — länger am Leben. Ob eine gewisse Verzögerung des Aussprossens nach 2jähriger Trockenheit bereits einen Abfall des Lebendigseins ankündigt, wird sich erst aus dem weiteren Verlauf des Versuchs ergeben.

Bei den Versuchen mit einem anderen Stamm von *M. lacrimans* (vgl. 11 und 4), deren bisherige Ergebnisse in Tabelle 2b enthalten sind,

Tabelle 2b. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Merulius lacrimans* (Wulf.) Fr. Stamm BAM 133

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5	20		27
	2	2	1	1
1/2	+++	++	++	++
1	↓	↓	0	0

fällt auf, daß 27° C hier nicht erheblich schädigend im Vergleich zu 20° C gewirkt haben. Nach einem Jahr Trockenaufenthalts bei 20 oder 27° C war das Leben erloschen.

Zum Trockenstarreverhalten von *M. silvester* Falck (Tabelle 3) ist nach dem jetzigen Stand der Versuche festzustellen, daß bei 20° C die Fähigkeit zum Überleben von Trockenzeiten größer ist als beim „Echten Hauschwamm“, da er nach 1 Jahr noch — nur wenig geschwächt — wiedergekommen ist.

Tabelle 3. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Merulius silvester* Falck Stamm-BAM 195

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5	20		27
	2	2	1	1
1/2	↓	↓	++	+(+)
1			++(+)	0

3. Versuche mit *Paxillus panuoides*

Paxillus panuoides, auf dessen Empfindlichkeit gegen schnelle Trocknung durch Zwischenschalten eines 11tägigen Aufenthalts bei 92 ° rel. Luftfeuchtigkeit Rücksicht genommen wurde, zeigte bei 20 ° C die Fähigkeit zum Überleben einer Trockenperiode von einem halben Jahr (Tabelle 4). Nach 1 Jahr kam er nur noch aus einer Stelle an einem von 12 Klötzchen wieder hervor, und dies mit erheblicher Verzögerung. Bei 27 ° C war er schon nach einem halben Jahr tot. Dagegen zeigten sich bei 7,5 ° C selbst nach 2 Jahren noch keine Anzeichen einer Schwächung.

Tabelle 4. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Paxillus panuoides* Fr. [*P. acheruntius* Schwein] Stamm BAM 413

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5	20		27
	2	1	2	2
1/2	+++	++	++	0
1	+++	(+)	0	
2	+++			

4. Versuche mit *Poria*-Arten

Der für die Prüfung der pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln vereinbarte Normstamm, dessen Zugehörigkeit zur Art *vaporaria* übrigens angezweifelt wird (4), zeigt in seinem Verhalten zeitweilig Ungleichmäßigkeiten und gesteigerte Empfindlichkeit. Deshalb wurden, obwohl für ihn nicht die Notwendigkeit langsamer Trocknung nachgewiesen war, die befallenen Klötzchen doch vorsichtshalber der 11tägigen schonenden Zwischentrocknung bei 92 ° rel. Luftfeuchtigkeit unterzogen, ehe sie in die trockene Luft kamen, in der sie über lange Zeiten verblieben.

Aus Tabelle 5 ist ersichtlich, daß der Pilz zu langdauernder Trockenstarre befähigt ist. Er ist nunmehr nach 7 1/2 jähriger Aufbewahrung der Klötzchen in trockener Luft bei 20 ° C zum Aussprossen gekommen. Ob gewisse Verzögerungen und Versager, die in dieser 1. Versuchsreihe auf-

Tabelle 5. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Poria vaporaria* Pers. Normstamm II (Eberswalde)

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5	20		27
	2	1	2	2
1/2	++	++	++	++
1	++	+(+)	++	++
2	++	+(+)	++	++
3	↓	+(+)	↓	↓
4		—		
5		+(+)		
6		+(+)		
7 1/2		+		
		↓		

getreten sind, auf einem Nachlassen der Vitalität oder nur auf Zufälligkeiten beruhen, läßt sich beim augenblicklichen Stand des Versuches noch nicht sicher entscheiden. Bemerkenswert ist die Unabhängigkeit der Versuchsergebnisse von der Aufbewahrungstemperatur. Für die Geschwindigkeit des Aussprossens und das Aussehen des entstandenen Mycels machte es fast keinen Unterschied aus, ob die Trockenheit bei 7,5, 20 oder 27° C und ein halbes oder ein Jahr eingewirkt hatte.

Für einen *P. vaillantii*-Stamm konnte ebenfalls bereits die lange Trockenstarrezeit von 6 Jahren bei 20° C nachgewiesen werden. Auch hier waren die Unterschiede je nach den Temperaturstufen verhältnismäßig gering (Tabelle 6).

Tabelle 6. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Poria vaillantii* (D. C.) Fr. Stamm Schweden R 112

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C					
	7,5		20	27		
	3	1	2	3	3	3
1/2	++	++	++	++	++	++
1	++	++	++	++	++	++
2	++	++	++	++	++	+(+)
3	↓	++	++	↓	↓	
4		++	+(+)			
5		++	↓			
6		++				
		↓				

5. Versuche mit *Lentinus lepideus*

Bei dieser Art und den im folgenden noch abzuhandelnden wurden die Holzklötzchen unmittelbar aus der Versuchsschale, in der sie dem Befall ausgesetzt worden waren, in die Gefäße mit trockener Luft übertragen.

Nach den bisher vorliegenden Versuchsergebnissen, die bis zu 6 Jahren für eine Aufbewahrungstemperatur von 20° C reichen, hat dieser Pilz eine nennenswerte Fähigkeit zur Trockenstarre (Tabellen 7a und 7b). Zwar entstand in der ersten Versuchsreihe mit dem Normstamm nach

Tabelle 7a. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Lentinus lepideus* Fr. [*L. squamosus* (Schaeff.) Quel.]
Normstamm IV (Eberswalde)

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C									
	7,5		20					27		
	4	5	1	2	3	4	5	4	5	
1/2	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
1	++	↓	++	++	++	++	↓	++	↓	
2	++		++	++	++	++		++		
3	↓		++	++	++	↓		↓		
4			+	++	↓					
5			0	++						
6				++						
				↓						

Tabelle 7b. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Lentinus lepideus* Fr. [*L. squamosus* (Schaeff.) Quel.]
Stamm Madison 534 (Prüfpilz für Erde-Klötzchen-Verfahren)

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5		20	
	2	2	1	1
1/2	↓	↓	++	++
1			++	++
2			++	++

4jährigem Trockenaufenthalt nur an einem der beiden Klötzchen noch *Lentinus*-Mycel, das andere wurde von Schimmelpilzen überwachsen. Das gleiche geschah den beiden restlichen Klötzchen nach 5 Jahren. In der 2. Versuchsreihe dagegen zeigten sich nach 6 Jahren noch keine Anzeichen für ein Absterben. Die Temperaturunterschiede während des Trockenaufenthalts machten bei den bisher durchgeführten Versuchen für das Aussprossen kaum etwas aus.

6. Versuche mit *Lenzites abietina*

In die Beurteilung der Versuche mit dem Normstamm von *Lenzites abietina* kommt eine Unsicherheit dadurch hinein, daß der Pilz nicht — wie die anderen — dazu neigt, regelmäßig Oberflächenmycel auszubilden. Nach den aus Tabelle 8 wiedergegebenen Versuchsergebnissen muß der

Tabelle 8. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Lenzites abietina* (Bull.) Fr. Normstamm V (Eberswalde)

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C							
	7,5		20				27	
	3	4	1	2	3	4	3	4
1/2	++	++	+	++	++	++	(+)	+(+)
1	++	↓	+	+(+)	0	↓	0	↓
2	↓		(+)	+	(+)			
3			0	+(+)				
4				+				
				↓				

Schluß gezogen werden, daß dieser Pilz in geringerem Maße als die beiden zuvor abgehandelten zur Trockenstarre befähigt ist. In einer der Versuchsreihen war er zwar nach 4jährigem Aufenthalt in trockener Luft von 20° C am Leben, in den anderen war er dagegen schon früher, etwa nach 3 Jahren, tot. 27° C hat das Absterben beschleunigt, bereits nach einem halben Jahr kam aus 4 Klötzchen nur noch in einem Falle Mycel heraus, und dies erst nach mehreren Wochen. Dagegen verlängerte die niedrige Temperatur das Leben in der Trockenstarre deutlich.

Wie weit die an dem Normstamm gewonnenen Versuchsergebnisse auf die gesamte Art übertragen werden dürfen, erscheint fraglich.

 7. Versuche mit *Lenzites trabea*

Nach den bisher vorliegenden Versuchsergebnissen, die in Tabelle 9 wiedergegeben sind, dürfte *Lenzites trabea* zu den Pilzen mit ausge-

Tabelle 9. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Lenzites trabea* (Pers.) Bres. Stamm Eberswalde 109

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C			
	7,5		20	
	2		1	
1/2	↓	↓	++	++
1			++	++
2			++	++

prägender Trockenstarre gehören, da nach 2 Jahren noch keine Schwächung des Pilzes beim Aussprossen zu erkennen ist und auch die von 20 auf 27° C erhöhte Temperatur sich nicht auf den Vorgang ausgewirkt hat.

8. Versuche mit *Polystictus versicolor*

Für diese Versuche wurde, entsprechend der Neigung von *Polystictus versicolor* zum Befall von Laub-, insbesondere Buchenholz, diese Holzart verwendet. In einer Versuchsreihe, die in die Tabelle 10 nicht aufgenommen worden ist, wurde auch Kiefernspiltholz herangezogen. Die dabei festgestellte nicht sehr lange Trockenstarredauer — nach etwa

Tabelle 10. Dauer des Überlebens im Zustand der Trockenstarre bei *Polystictus versicolor* (Linn.) Fr. [= *Coriolus versicolor* (Linn.) Quél.] Stamm Hann. Münden 206 an Buchenholz

Dauer der Trockenheit in Jahren	Temperatur °C				
	7,5	20			27
	3	1	2	3	3
1/2	++	++	++	++	++
1	++	+(+)	+(+)	++	+(+)
2	++	+(+)	+(+)	+	+
3	↓	+	+	↓	
4		(+)	+		
5		0	↓		

1 1/2 Jahr war nur in einem kleinen Teil der Proben noch Leben nachweisbar — besagt selbstverständlich wenig über die allgemeine Fähigkeit des Pilzes zur Trockenstarre. Aus den in der Tabelle 10 zusammengestellten Versuchsergebnissen wäre zu folgern, daß dieser Pilz weder zu den bei trockener Aufbewahrung des befallenen Holzes ziemlich bald absterbenden Arten, noch den zu ausgeprägt langer Trockenstarre befähigten zu rechnen ist, also eine Mittelstellung einnimmt. Doch wäre vor einem abschließenden Urteil die Fortsetzung der Untersuchung abzuwarten.

9. Schlußfolgerungen

Wie die Versuchsergebnisse lehren, ist die Trockenstarrefähigkeit bei den verschiedenen Pilzen recht unterschiedlich. Es gibt solche, die auch bei Umweltbedingungen, die, allgemein gesehen, durchaus nicht als ungünstig für das Verharren in der Trockenstarre anzusprechen sind, bereits innerhalb eines nach Monaten anzugebenden Zeitraumes absterben; bei anderen ist nach dem bisherigen Stand der Versuche noch nicht abzu sehen, wie viele Jahre oder sogar Jahrzehnte sie im Starrezustand am Leben bleiben können.

Daß die Temperatur einen Einfluß auf die Dauer der Trockenstarre haben kann, entspricht den Erwartungen. Das bei manchen Pilzen beobachtete frühere Absterben bei 27° C im Vergleich zu 20° C scheint aber nicht unmittelbar mit der Temperaturabhängigkeit der für das Wachstum grundlegenden Lebensvorgänge zusammenzuhängen, da dann bei dem gegen Wärme empfindlichen *Merulius lacrimans* die Erscheinung krasser auftreten sollte als bei *Coniophora cerebella*. Dies betrifft jedoch, wie ein Vergleich der Tabellen 1a und 1b mit 2a und 2b lehrt, nicht zu. Tabelle 11 zeigt zum Vergleich den Einfluß der gleichen Temperatursteigerung auf die Wachstumsgeschwindigkeit des Mycels der beiden Pilzarten.

Tabelle 11. Vergleich der Wachstumsgeschwindigkeit von Versuchspilzen bei 20 und 27° C auf Malz-Agar

Pilz	Täglicher Zuwachs in mm bei einer Temperatur von	
	20° C	27° C
<i>Coniophora cerebella</i> Stamm I	3,4	5,1
<i>Merulius lacrimans</i> Stamm III	3,2	0
<i>Merulius lacrimans</i> Stamm BAM 133		

Es fällt auf, daß anscheinend geringere Fähigkeit zum langfristigen Verharren in der Trockenstarre mit einer starken Beeinflussbarkeit der Überlebensdauer durch die Temperatur und möglicherweise auch mit der Empfindlichkeit gegenüber schneller Trocknung zusammenzutreffen scheint. Man kann sich darüber Gedanken machen, ob diese drei Erscheinungen eine gemeinsame Grundlage haben und man hier einen Zugang zur Kausalerklärung suchen sollte. Vor weiteren Versuchen seien aber Hypothesen darüber zurückgestellt.

Für die Praxis, ganz besonders soweit sie Schwammschäden im Hochbau betrifft, ist es beruhigend, daß die am meisten gefürchteten Schädlinge, der „Echte Hausschwamm“, *Merulius lacrimans*, und der „Keller- oder Warzenschwamm“, *Coniophora cerebella*, zu denen gehören, die eine verhältnismäßig geringe Trockenstarrefähigkeit haben. Insbesondere darf man nun wohl damit rechnen, daß beim „Echten Hausschwamm“, der im Gefolge der Kriegereignisse in Dachgeschossen große Schäden angerichtet hat, nach der Wiederherstellung des Daches nicht mehr über Jahre hin mit der Gefahr des Wiederauflebens gerechnet werden muß. An diesen Stellen dürfte er nach einem Sommer tot sein. Anders ist es freilich im Keller- und Erdgeschoß, wo die Temperatur oft nicht so hoch steigt. Überhaupt: geben die jetzt ermittelten Versuchsergebnisse eine weitere Erklärung für die widerspruchsvollen Erfahrungen mit dem Überleben des „Echten Hausschwamms“ im Trockenstarrezustand, die im zeitlich weiter zurück-

liegenden Schrifttum so verwirrend erschienen (5, 6 gegen 7). Wie bereits früher geklärt werden konnte (1, 10), hat hierfür die schnelle oder langsame Trocknung eine entscheidende Bedeutung, aber die Aufbewahrungstemperatur spielt offensichtlich außerdem eine wichtige Rolle dabei.

Zusammenfassung

Es wird ein Zwischenbericht gegeben über Versuche, mit denen die Dauer des Überlebens im Trockenstarrezustand bei holzerstörenden Pilzen, die an Werkholz schädlich sind, ermittelt werden soll. Neben der Aufbewahrung befallener Holzklötzen unter trockenen Bedingungen (35⁰ rel. Luftfeuchtigkeit) bei 20° C werden auch Temperaturen von 7,5° C und 27° C angewendet.

Bei einem Teil der in die Untersuchung einbezogenen Pilze war die Trockenstarre nicht langandauernd, so bei zwei Stämmen von *Coniophora cerebella*. Nach Aufbewahrung des befallenen Holzes bei 27° C während eines halben Jahres war bereits kein Leben mehr wieder zu erwecken, bei 20° C zog sich der Absterbevorgang bis zu 3 Jahren hin, bei 7,5° C dagegen wurde bisher noch kein Nachlassen der Lebensfähigkeit festgestellt. Zu den Pilzen, bei denen in der gleichen Weise die Dauer des Überlebens stark von der Aufbewahrungstemperatur abhängt und die bei 20° C und höher nur verhältnismäßig kurze Zeiten im Trockenstarrezustand überdauern, gehören auch *Merulius lacrimans* und *Paxillus panuoides*, beide mit nur gelegentlich erreichter Trockenstarre von einem Jahr.

Andere Pilze dagegen überleben nach dem bisherigen Stand der Untersuchung sehr viel länger andauernde Trockenheit, auch bei 27° C. Die bisher erreichten längsten Trockenstarrezeiten betreffen *Poria vaporaria* mit 7½ Jahren und *Lentinus lepideus* mit 6 Jahren, beide bei 20° C. Die für die Untersuchung herangezogenen Stämme von *Lenzites abietina* und *Polystictus versicolor* nehmen eine Zwischenstellung zwischen den empfindlichen und widerstandsfähigen Arten ein.

Die Untersuchung ist entsprechend ihrer Zielsetzung noch lange nicht abgeschlossen.

Schrifttum

1. Falck, R., Die Merulius-Faule des Bauholzes. Hausschwammforschungen, Heft 6, 1912.
2. Findlay, W. P. K., The resistance of wood-rotting fungi to desiccation. *Forestry* **23** (1950) 112—115.
3. —, and E. C. Badcock, Survival of dry rot fungi in air-dry wood. *Timber Technology and Machine Woodworking* **62** (1954) 137—138.
4. Gersonde, M., Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit verschiedener Stämme von Pilzarten der Gattungen *Coniophora*, *Poria*, *Merulius* und *Lentinus*. *Holzforschung* **12** (1958) 11—19, 73—83, 104—114, 167—175.
5. Hartig, R., Der ächte Hausschwamm. Berlin 1885.
6. Malenkov, B., Zur Hausschwammfrage. *Mitt. Gegenstände Artillerie- und Geniewesen* **33** (1902) 1095—1124.
7. Mez, C., Der Hausschwamm. Dresden 1908.

8. Scheffer, T. C., and M. S. Chidester, Significance of air-dry wood in controlling wood rot caused by *Poria incrassata*. Southern Lumberman **166** (1943) 53—55.
9. —, and —, Survival of decay and blue-stain fungi in air-dry wood. Southern Lumberman **177** (1948) 110—112.
10. Schulze B., und G. Theden, Versuche zur Trockenstarre des im Holz befindlichen Myzels von Bauholzpilzen. Phytopatholog. Ztschr. **15** (1949) 482—494.
11. Theden, G., und B. Schulze, Vergleichende Untersuchungen über Zerstörungskraft und Wachstum verschiedener *Coniophora*- und *Merulius*-Stämme. Abh. dtsh. Materialprüfungsanstalten I 11.5 (1940) 78—84.

Aus dem Pharmakognostischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

Vergleich der pflanzenphysiologischen Wirkungen von Insektizidpräparaten in Modellversuchen¹⁾

Von

Frank Beye²⁾

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Schadinsekten u. a. bringt es mit sich, daß in immer größerem Umfange Stoffe angewendet werden, die auf andere Organismen ungewünschte Nebenwirkungen ausüben können. Wir wollen hier auf die Gefahren der chronischen und gelegentlichen akuten Vergiftungen, wie sie besonders von der medizinischen Seite hervorgehoben werden, nicht näher eingehen (1, 2). Neben den Schad- und Nutzinsekten und anderen Tieren, die den mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Raum besiedeln — sich während der Behandlung oder nach der Aktion in ihm befinden — werden auch die Pflanzen selber betroffen sein. Hierbei soll die Frage gestellt werden, ob durch bestimmte Pflanzenschutzmittel Wirkungen hervorgerufen werden können, welche die Widerstandsfähigkeit (Resistenz) der Pflanzen (im Sinne von F u c h s, 3) mittelbedingt verschieden beeinflussen.

Bei der Betrachtung möglicher Wirkungen der Pflanzenschutzmittel auf Pflanzen wollen wir uns auf die Insektizide beschränken und nicht auf Veränderungen eingehen, die durch Kombinationsspritzungen mit anderen Mitteln wie Fungiziden und a. m. möglicherweise entstehen können. Die Prüfung der Präparate durch die Herstellerfirmen, die Biologische Bundesanstalt, wie die Institute schließt die Untersuchung der behandelten Pflanzen ein. Die günstigsten Applikationen der insektiziden Wirkstoffe (WS) werden festgestellt und es wird geprüft, in welcher Weise Spritzpulver, Emulsionen, Kaltnebelpräparate für die Bekämpfung der Schadinsekten geeignet sind und inwieweit bestimmte Konzentrationen von der Pflanze vertragen werden. Bedingt durch die Art der Formulierung der insektiziden WS, abhängig von Alter und Standort der behandelten Pflanzen, Witterungsbedingungen und dergleichen, können jedoch die Wirkungen bei verschiedenen Sorten erheblich differieren. P e r k o w (4) und S h e p a r d (5) haben auf diese Situation des Pflanzenschutzes bereits hingewiesen.

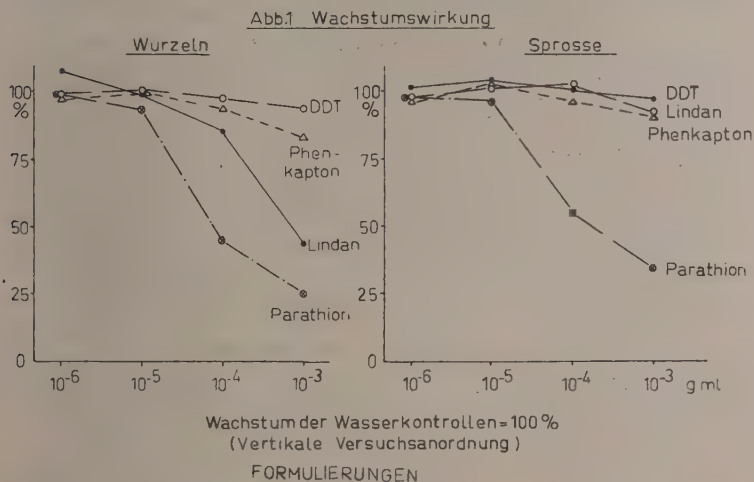
Wir haben nun seit Jahren in Modellversuchen die oft sehr unübersichtlichen Beobachtungen in Freiland und Gewächshaus im Labor überprüft, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. Einige Beobachtungen wurden bereits publiziert (6, 7, 8, 9), eine größere zusammenfassende Mitteilung befindet sich in Vorbereitung (10). Hier sollen allein Untersuchungen unter Laboratoriumsbedingungen an einer Modellpflanze,

¹⁾ Die Untersuchungen wurden seit 1958 dankenswerter Weise von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.

²⁾ Vorgetragen am 25. 5. 1961 auf dem deutschen Botanikerkongreß in Halle/Saale.

der G a r t e n k r e s s e (*Lepidium sativum* L.), berichtet werden. Von den verschiedenen Untersuchungsweisen werden hier die der Wirkung auf das W a c h s t u m von Sproß und Wurzel, auf A t m u n g und E r g r ü n e n junger Kressekeimlinge als Beispiel herausgegriffen. Da die in der Praxis üblichen Behandlungskonzentrationen an der Grenze der phaenotypisch feststellbaren pflanzenphysiologischen Einwirkung liegen, wurde bewußt überdosiert, aber auch die der Pflanzenschutzpraxis entsprechenden geringeren Konzentrationen und darunterliegende in die Untersuchung einbezogen. Anfangs wurden Emulsions- und Spritzpulverformulierungen, später auch die reinen insektiziden WS überprüft. Insgesamt sind 17 Insektizide, 6 chlorierte Kohlenwasserstoffe, 6 Phosphorsäureesterpräparate und 5 insektizide Carbamate untersucht worden.

Bei dem hier Vorgetragenen wollen wir uns auf die Wirkung von DDT und Lindan als chlorierten Kohlenwasserstoffen neben denjenigen



von Phenkapton und Parathion als Phosphorsäureester beschränken. Abb. 1 zeigt uns die Wirkungen der genannten Insektizide auf Wachstum von Sproß und Wurzel. DDT und Phenkapton greifen verhältnismäßig wenig auch bei erheblicher Überdosierung ein. Lindan hemmt in Übereinstimmung mit der Literatur (11, 12) das Wurzelwachstum erheblich, während das Sproßwachstum nicht oder wenig betroffen ist. Diese geringe Sproßwirkung des Lindans überrascht insofern, als in anderen Untersuchungsmethoden, wie bereits von uns veröffentlicht, Lindan sich als ein Stoff mit „systemischer“ Wirkung erwies (13). D. h. Lindan wurde über die Wurzel auch in den Sproß transportiert und war mittels *Drosophila*-Biotest dort nachweisbar. Die Behandlung mit Parathion hat eine außerordentliche hohe Wurzelhemmung zur Folge und wirkt deutlich sproßhemmend bei gleichzeitigem Biotestnachweis des WS in Sprossen (13).

Die Wirkung dieser Insektizide auf das Wachstum ist von denjenigen auf die Atmung erheblich unterschieden: Die chlorierten Kohlenwasserstoffe (Abb. 2), — hier DDT und Lindan, — hemmen die Atmung der Kressekeimlinge verhältnismäßig wenig, gleichgültig ob sie als Spritzpulver- oder Emulsionformulierung gegeben wurden. Bei den Phosphorsäureestern ist das Phenkapton gleicherweise gering wirksam, während Parathion außerordentlich die Atmung (gemessen als Sauerstoffaufnahme) inhibiert. Hier sei darauf hingewiesen, daß Leeremulsionen, d. h. Emulsionspräparate ohne insektizide Wirkstoffe, allein bereits in erheblichem Ausmaße die Sauerstoffaufnahme herabsetzen können (10), während Spritzpulverformulierungen, ähnlich wie wir das beim Wachstum beobachtet haben, nur in geringerem Maße hemmen.

Somit bestehen deutliche Unterschiede der Wirkung formulierter Insektizide einerseits auf die Atmung und andererseits auf das Wachstum von Kressekeimlingen. Hier möchte ich nebenbei erwähnen, daß Beeinflussungen anderer Stoffwechselvorgänge, wie z. B. die Wirkung auf die Katalaseaktivität, der Wachstumswirkung wiederum vergleichbar sind (14). Letztere beiden Wirkungen scheinen nach den bisherigen Beobachtungen recht eng miteinander korreliert.

Nun zeigt uns der Vergleich der durch reine insektizide WS verursachten Hemmungen mit dem Eingreifen von Emulsionsformulierungen in Abb. 3, daß bei Wachstumstesten unabhängig von der Art der Applikation (reiner WS oder formuliertes Mittel) im allgemeinen sehr ähnliche Wirkungen verursacht werden. Ein Insektizid wie das DDT wird also unabhängig von der Formulierung immer verhältnismäßig gering im Vergleich mit stärker eingreifenden Mitteln das Wachstum beeinflussen, wenn auch die Emulsionsformulierung deutlicher hemmt als das Spritzpulver (vgl. auch 9).

Die Untersuchung des Ergrünens junger Kressekeimlinge, die im Dunkeln angezogen, nach standardisierten Anzuchtzeiten der Belichtung ausgesetzt und gleichzeitig mit Insektizid behandelt waren, ergab weitere

Tabelle 1. Wirkung von Insektizidpräparaten auf Ergrünen von Keimlingen

Präparat	10^{-3}	5×10^{-4}	10^{-4}	5×10^{-5} g/ml
DDT-Spritzpulver	(±)	(±)	±	±
DDT-Emulsion	(±)	(±)	(±)	±
Lindan-Spritzpulver	(--)	(-)	(±)	±
Parathion-Emulsion	--	--	--	(--)
Phenkapton-Emulsion	(-)	(±)	±	±
Phenkapton-Spritzpulver	±	±	±	±
Isolan-WS	--	--	--	(--)

— = Hemmung des Ergrünens

-- = starke Hemmung des Ergrünens

± = keine deutlichen Unterschiede gegenüber Kontrollen

() = Abschwächung der Befunde

Unterschiede (Tab. 1). So war bei Anwendung einiger Mittel, wie z. B. dem Parathion, der Chlorophyllgehalt herabgesetzt, gleichgültig ob Formulierung oder reiner WS appliziert wurde. Wir entnehmen der Tabelle eine geringere Wirkung für Lindan, während DDT in dieser Beziehung

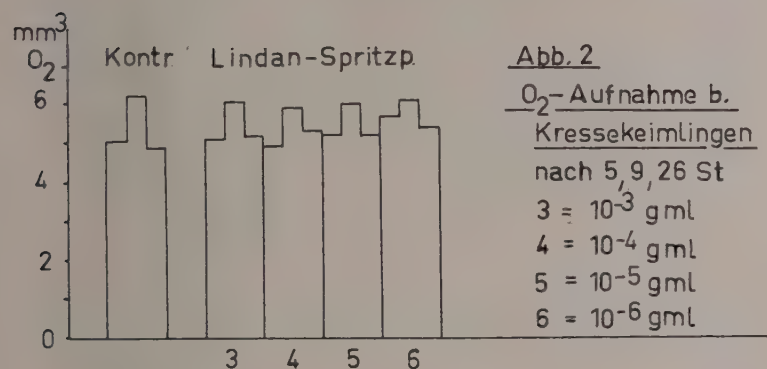
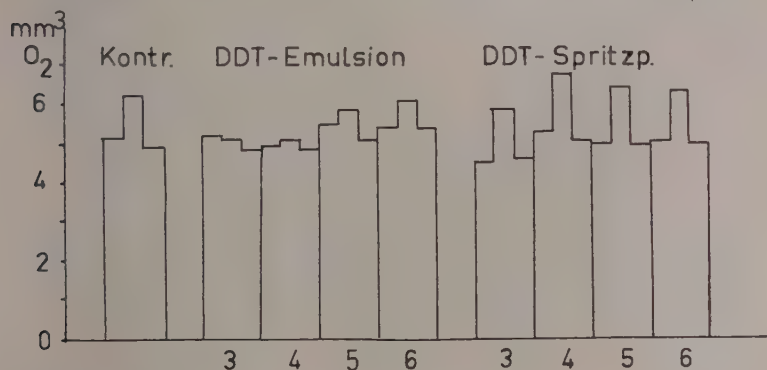
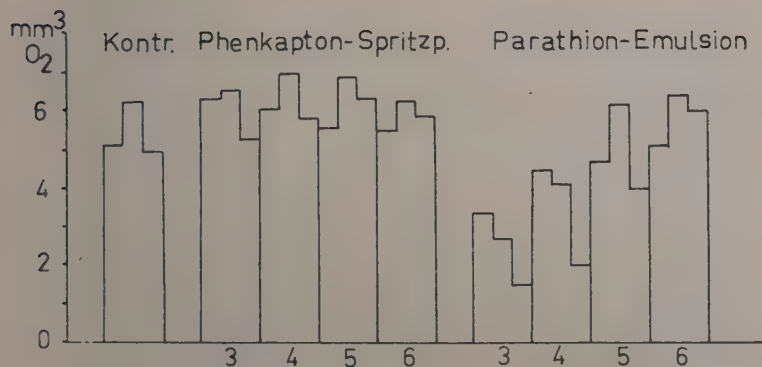
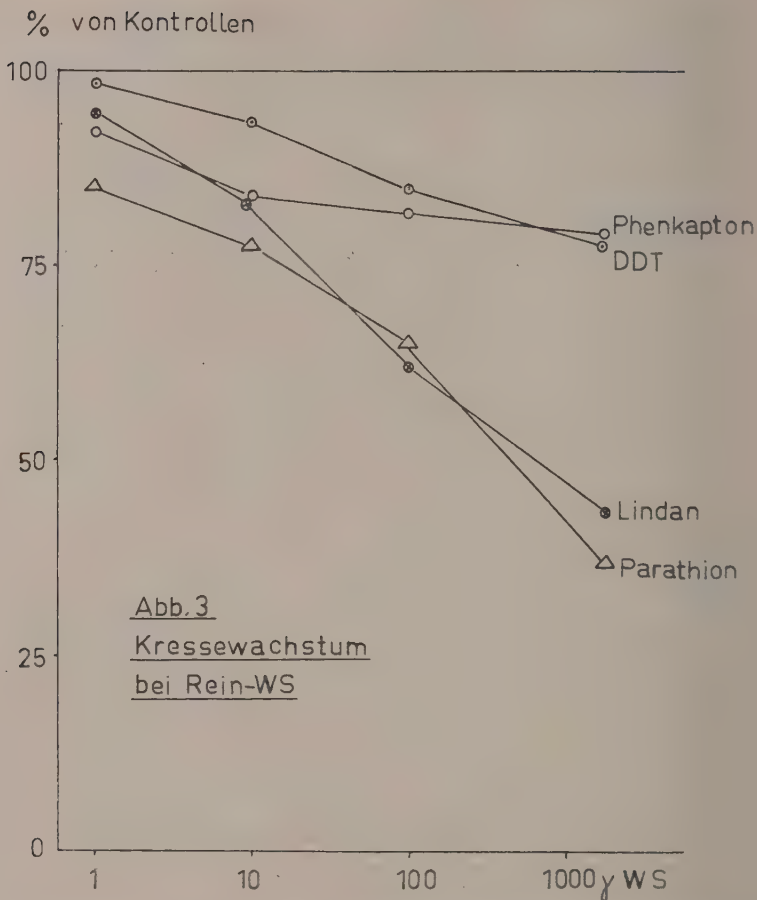


Abb. 2

O_2 -Aufnahme b.
Kressekeimlingen
 nach 5, 9, 26 St
 3 = 10^{-3} g/ml
 4 = 10^{-4} g/ml
 5 = 10^{-5} g/ml
 6 = 10^{-6} g/ml





unwirksam war und nur bei nahezu letalen Konzentrationen eine schwache Wirkung entfaltet. Der Phosphorsäureester Phenkapton wirkt gleicherweise nur wenig. Ähnlich wie das Parathion verhindert aber auch das insektizide Carbamat Isolan das Ergrünen junger Keimlinge, wie die letzte Spalte der Tabelle zeigt. Vergleiche dieser Wirkungen mit den sogenannten „Inertformulierungen“ der Handelspräparate, d. h. den Leerformulierungen ohne Wirkstoffzusatz, ergaben, daß nur bei denjenigen Konzentrationen, die schon als letal oder annähernd letal zu bezeichnen waren, schwache Wirkungen auf das Ergrünen von Kressekeimlingen zu beobachten waren (10). Es ergibt sich also, daß bei dieser Testmethode die Wirkung mehr durch insektiziden Wirkstoff als durch die Beistoffe verursacht sein dürfte, da die Leerformulierungen praktisch unwirksam waren.

Die mit Überdosierung gewonnenen Ergebnisse wollen wir nun mit den bekannten Tabellen der Wirbeltiertoxizität der Insektizide vergleichen³⁾. Zurückgegriffen wird hier auf die von Holz-Lange angegebenen Daten (15) und als Erweiterung die Wirkung auf unsere Modellpflanze, — die Kresse —, mit Wachstum, Atmung und Ergrünen gegenübergestellt (Tabelle 2). Die verschiedenen Wirkstoffe werden gruppenweise geordnet nach:

Wirbeltier	Pflanze
a) relativ ungiftig	geringe Eingriffe
b) mittlere Giftigkeit	mittlere Eingriffe
c) starke Giftigkeit	starke Eingriffe

Bei diesem Vergleich fällt auf, daß eine Reihe von verhältnismäßig gering wirbeltiertoxischen Substanzen bezüglich ihrer Pflanzenwirkung erheblich stärker eingreift. Auffällig ist die Wachstumshemmung durch Malathion und Trichlorphosphon, beides Substanzen, deren Wirbeltiertoxizität im Ver-

Tabelle 2.

Wirbeltier (Ratte)		Pflanze (Kresse)			
Giftigkeit	LD 50 mg/kg ^{*)}	Wurzel- hemmung (WS)	Keimlings- Atmung (Formul.)	Ergrünen (WS oder Formul.)	Stärke der pfl. Wirkung
gering (5000 bis 500 mg/kg)	Chlorbenzilat (4850)	Toxaphen	DDT	DDT	schwach
	Malathion (1845)	DDT	Lindan	Phenkapton	
	Trichlorphosphon (625)	Phenkapton	Chlorbenzilat	Thiodan	
	Sevin (540)		Thiodan	Chlorbenzilat	
mittel (500 bis 100 mg/kg)			Phenkapton		mittel
			Demeton-o- methyl		
	DDT (250)	Dioldrin	Isolan	Malathion	
	Diazinon (220-270)	Hostatox	Sevin	Demeton-o- methyl	
	Phenkapton (182)	Thiodan	Diazinon	Diazinon	
stark (100 bis 5 mg/kg)	Demeton-o- methyl (138)	Demeton-o- methyl	Malathion	Lindan	stark
		Malathion			
		Isolan			
		Chlorbenzilat			
		Diazinon			
	Thiodan (40-115)	Lindan	Trichlorphosphon	Trichlorphosphon	
	Dieldrin (87)	Trichlorphosphon	Parathion	Parathion	
	Toxaphen (69)	Sevin		Isolan u. a.	
	Isolan (11-50)	Parathion		Carbamate	
	Parathion (6)				

^{*)} Angaben i. a. nach Holz-Lange (1957)

³⁾ Wir haben bei der Aufstellung dieser Tabelle die von uns untersuchten Insektizide berücksichtigt, obgleich wir bei der Schilderung unserer experimentellen Ergebnisse bisher nicht auf alle Substanzen eingegangen sind.

gleich mit Parathion gering ist. Trichlorphon und Malathion greifen also bei Pflanzen erheblich stärker ein, als es nach ihrer sonstigen Toxizität zu erwarten gewesen wäre. Andere Insektizide wie DDT und Phenkapton beeinflussen Wachstum, Atmung und Ergrünen der Testpflanzen nur in geringem Maße und weisen keine überaus starke Giftigkeit für Wirbeltiere auf. Thiodan hingegen mit hoher Rattentoxizität ist für die Kresse weit weniger giftig bei den hier zum Vergleich herangezogenen physiologischen Eingriffen.

Nun dürfen die hier beschriebenen Beobachtungen und die Gegenüberstellungen nicht verallgemeinert werden. Einmal haben wir mit der Kresse nur eine Modellpflanze vor uns, die nicht ohne weiteres den Vergleich mit allen anderen Kulturpflanzen und Hortikulturpflanzen erlaubt. Zum zweiten haben wir aus einer größeren Anzahl von Untersuchungsweisen nur einige als Beispiel ausgewählt. Andere als die untersuchten Prozesse können in durchaus unterschiedlicher Weise betroffen sein, so daß exakte Vergleiche der „Giftigkeit“ der genannten Insektizide vorläufig noch nicht aufgestellt werden können.

Es soll aber dazu angeregt werden, in ähnlicher Weise wie es bisher bereits an „Modellwirbeltieren“ geschehen ist — wenn wir Ratte und andere einmal als solche bezeichnen dürfen, — auch bei Pflanzen die relative Giftigkeit von Insektiziden zu bestimmen. Hier könnten mehrere „Standardpflanzen“ geeignet sein, da wir sowohl an Monokotyledonen wie Dikotyledonen die Wirkung überprüfen und an holzigen neben krautigen Gewächsen verschiedene Einwirkungsmöglichkeiten berücksichtigen müssen.

Unter definierten Bedingungen lassen sich Aufschlüsse erhalten, die bei den wechselnden Gewächshaus- und Freilandbedingungen im allgemeinen nicht beobachtet werden können. Nach Versuchen mit Überdosierungen ist zu prüfen, wieweit in der Praxis bei den dort üblichen Konzentrationen gewisse allgemeine, latente Störungen auftreten können, die mit Beobachtungen im Laboratorium im Zusammenhang stehen. In einigen Fällen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, ist es uns nach Kenntnis der Wirkung im Laboratorium gelungen, solche Vergleiche anzustellen.

Wir sind uns der Problematik der Laboratoriumsversuche durchaus bewußt, da wir immer wieder erkannt haben, daß die Wirkung eines Insektizides sowohl im Freiland, im Gewächshaus, wie auch im Laboratorium grundsätzlich verschieden sein kann und bestimmte extreme Störungen sich nur unter einer der genannten Bedingungen realisieren lassen.

Meines Erachtens muß bei jedem Vergleich gefordert werden, daß sowohl der reine Wirkstoff wie die Formulierung geprüft werden, da es sich erwiesen hat, daß Spritzpulverformulierungen geringer eingreifen als z. B. Emulsionsformulierungen. Daneben müssen die Vergleiche sowohl im Laboratorium, als auch im Gewächshaus und unter Feldbedingungen durchgeführt werden, damit dort gelegentlich auftretende Störungen und fehlerhafte Anwendung vermieden werden.

Wir streben an, diese Vergleiche für die verschiedenen gängigen Formulierungen, wie für den reinen insektiziden Wirkstoff zu erweitern und möchten anregen, daß andere Untersucher von den verschiedensten Fachrichtungen her in ähnlichem Sinne die Untersuchungen aufgreifen. So können die geeigneten Standard-Modellpflanzen und -Testmethoden für die auf uns zukommenden phytopathologischen Fragen gemeinsam ausgewählt werden, die häufig von der Resistenz der Pflanzen gegenüber chemischen Eingriffen abhängen.

Literaturverzeichnis

1. Hayes, jr., W. J., Pesticides in relation to public health. Ann. Rev. Entomol. **5**, 1960. 379—404.
2. Nagasawa, S., Biological assay of insecticide residues. Ann. Rev. Entomol. **4**, 1959. 319—342.
3. Fuchs, W. H., Über einige Grundbegriffe der Phytopathologie. Ztschr. Pflanzenkrankh. **55**, 1948. 65—69.
4. Perkow, W., Die Insektizide. Chemie, Wirkungsweise und Toxizität. Heidelberg 1956.
5. Shephard, H. H., The chemistry and action of insecticides. New York 1951.
6. Beye, F., Ein Beitrag zur physiologischen Einwirkung von Carbamaten bei *Lepidium sativum* L. Flora. **149**, 1960. 543—565.
7. —, Die Wirkungen von Insektiziden auf das Wachstum von Kressewurzeln. Ztschr. Pflanzenkrankh. **68**, 1961, 6—17.
8. —, Wirkungen von Insektizidemulsionen auf das Wachstum von Kressewurzeln (*Lepidium sativum* L.). Naturwissenschaften **47**, 1960, 501—502.
9. —, Die Wirkungen von Insektiziden in unterschiedlicher Formulierung (Spritzpulver und Emulsion) auf das Wachstum der Kressewurzel. Naturwissenschaften **47**, 1960, 500—501.
10. —, Unterschiede der pflanzenphysiologischen Eingriffe von verschiedenen Insektiziden. Versuch einer phytotoxischen Einstufung an Hand von Modellversuchen. (Unveröffentlicht.)
11. Nybom, N., and B. Knutsson, Investigation on C-mitosis in *Allium cepa* L. The cytological effect of hexachloride. Hereditas **33**, 1947. 220—234.
12. Fuchs, W. H., Entseuchungsmaßnahmen, Bodenentseuchung. — In: Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Band 6. Pflanzenschutz, 2. Auflage, Berlin — Hamburg 1952. 144—333.
13. Beye, F., Der Biotestnachweis von Insektiziden in *Coleus blumei* mit *Drosophila melanogaster* M. I. Untersuchung der Blätter, Stengel und Wurzeln von Hydroponikkulturen bei Applikation von Insektiziden über die Nährlösung. Anz. Schädlingskd. **34**, 1961. 33—39.
14. —, Wirkungen von Insektiziden auf die Katalaseaktivität von Kressekeimlingen. Ztschr. Naturforsch. **15 b**, 1960, 470—472.
15. Holz, W., und B. Lange, Fortschritte in der Schädlingsbekämpfung. 4. Auflage, Oldenburg 1957.

51. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 25. Mai 1961 in Halle a. d. Saale

Herr Huber eröffnete die Generalversammlung um 14.30 Uhr. Da er wegen Erkrankung an der vorjährigen Botanikertagung nicht hatte teilnehmen können, war es das erste Mal, daß er die Möglichkeit fand, den Mitgliedern für seine Wahl zum 1. Vorsitzenden zu danken. Er schloß daran einige grundlegende Ausführungen über die Aufgaben und Bereiche der angewandten botanischen Forschung.

Der Vorsitzende gedachte mit ehrenden Worten der verstorbenen Mitglieder

G. Bredemann, Hamburg (November 1960)

A. G. Winter, Köln-Merheim (November 1960)

P. Pieckenbrock, Witzenhausen (Dezember 1960).

Der Vereinigung gehörten am 31. XII. 1959 406 Mitglieder an. Es sind neu hinzugekommen 12, ausgeschieden 18 Mitglieder, so daß sich die Mitgliederzahl am 31. XII. 1960 auf 400, darunter 25 Ausländer, belief.

In Vertretung des Schatzmeisters, Herrn Ludewigs, verlas der 1. Schriftführer, Herr Hassebrauk, den Kassenbericht:

	DM		DM
Bestand am 31. XII. 1959 ..	16 562,09	Bestand am 31. XII. 1960 ..	17 884,66
Einnahmen:		Ausgaben:	
Mitgliedsbeiträge	7 550,79	Druck der Zeitschrift	9 869,00
Verkauf von Einzelheften .	3 791,75	Porto	404,23
Zinsen	521,75	Honorar	175,00
Verkauf von Wertpapieren	69,67	Verwaltungskosten	163,16
	<u>28 496,05</u>		<u>28 496,05</u>

Der Bestand ist vorhanden:

Bankkonto:	DM
Sparbuch	17 093,40
Tageskonto ...	<u>83,96</u> 17 177,36
Postscheckkonto	436,40
Bar	<u>270,90</u>
	17 884,66

Die Kasse ist von den Herren Uschdraweit und Gehring geprüft und für richtig befunden worden. Auf Antrag von Herrn Hassebrauk wurde der Schatzmeister einstimmig entlastet.

Herr Hassebrauk wies nochmals darauf hin, daß nunmehr satzungsgemäß auch nicht der Vereinigung Angehörige in der Zeitschrift veröffentlichen können, und appellierte an die Anwesenden, neue Mitglieder zu werben.

Herr Huber legte eine Erwiderung des Verbandes Deutscher Biologen e. V. auf die „Rahmenvereinbarung zur Unterrichtsordnung“ von Saarbrücken vom 30. IX. 1960 vor, die den Parlamenten, zuständigen Ministerien und maßgeblichen Instanzen sowie der Presse nach der Unterzeichnung durch zahlreiche Gesellschaften, Organisationen und Institutionen aus dem biologischen Sektor zugeleitet werden soll. Die Versammelten billigten einstimmig die Unterzeichnung dieser Erwiderung durch den 1. Vorsitzenden.

Bezüglich Zeit und Ort der nächstjährigen Botanikertagung wurde dem Vorstände freie Hand gelassen, im Einvernehmen mit dem Präsidenten der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu entscheiden.

Auf Antrag von Herrn v. Rosenstiel wurde der Gesamtvorstand einstimmig entlastet.

Herr Huber schloß die Generalversammlung um 15 Uhr.

Huber	Hassebrauk
1. Vorsitzender	1. Schriftführer

Bericht über die Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 23. bis 28. Mai 1961 in Halle a. d. Saale

Die Tagung, die wie üblich gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft abgehalten wurde, begann mit einem Begrüßungsabend in der HO-Gaststätte „Leipziger Turm“. Es war bereits an diesem Abend zu erkennen, daß sich eine ungewöhnlich starke Teilnehmerzahl in Halle zusammengefunden hatte.

Herr Mothes eröffnete am 24. Mai in dem großen Saale des Instituts für deutsche Geschichte die Tagung der beiden botanischen Gesellschaften, die mit rund 520 Teilnehmern (ohne Angehörige) einen Rekordbesuch aufzuweisen hatte. Nach kurzen Begrüßungsworten durch Seine Magnificenz Professor Bondi folgten die einleitenden Hauptvorträge von Herrn Bessler über die Hallesche Botanik und *Universitas litterarum* sowie von Herr Buder über den Geotropismus der *Charazeenrhizoide*. Umrahmt wurden die Begrüßungsansprachen durch zwei Quartettsätze, die das Schuster-Quartett, Leipzig, zu Gehör brachte.

Die Mehrzahl der wissenschaftlichen Vorträge der folgenden Tage befaßte sich mit Zellstrukturen und ihren Funktionen und dem nahestehenden Problem der Stoffwanderung. Der intensive und unerläßliche Einsatz des Elektronenmikroskops hat uns auf diesem Gebiete zwar größte Fortschritte gebracht; es wurde aber mehrfach in der Diskussion unter allgemeiner Zustimmung warnend darauf hingewiesen, daß derartige Untersuchungen unter Vernachlässigung der lichtmikroskopischen Untersuchungen leicht zu Fehlschlüssen führen können.

Weitere Hauptthemen waren Korrelationen, Inkompatibilität, die mediterrän-mitteuropäischen Floren- und Vegetationsbeziehungen sowie — für die angewandten Botaniker besonders anziehend — Resistenz. Die Vorträge über Resistenz, die am 25. V. im Anschluß an die Generalversammlung unserer Gesellschaft gehalten wurden, leitete Herr Fuchs mit einem umfassenden Übersichtsreferat ein, in dem der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse aufgezeigt wurde, und zwar vornehmlich, soweit es sich um Resistenz gegen Mykosen handelt. In den Vorträgen wurde darüber hinaus aber auch über Resistenzprobleme anderer Art (Nematoden, Virosen, Dürre) berichtet.

Eine Anzahl weiterer Einzelreferate über die verschiedensten Forschungsgebiete beschloß die wissenschaftlichen Sitzungen, die ungewöhnlicherweise bis zum Mittag des Sonntags, des 28. Mai, dauerten. Nachdem bereits am Vorabend Herr Stapp Herrn Mothes im Namen der Tagungsteilnehmer gedankt hatte, ergriff nach dem letzten Vortrage nochmals Herr Meichers das Wort und sprach Herrn Mothes und seinen Mitarbeitern für ihre außerordentliche Mühe und organisatorische Leistung Anerkennung und Dank aus.

Der Sonntagnachmittag stand dann noch zur Besichtigung der Halleschen botanischen Institute zur Verfügung, unter denen vor allem das neue Institut für Biochemie der Pflanzen von Herrn Mothes mit seiner reichen Ausstattung und in seiner zweckmäßigen Planung das größte Interesse erweckte.

Eine Reihe festlicher und geselliger Veranstaltungen führte die Teilnehmer außerhalb der wissenschaftlichen Sitzungen zusammen. So waren sie am 24. Mai als Gäste des Rektors und des Oberbürgermeisters der Stadt in dem Festsaal des Pädagogischen Instituts zu einem opulenten Imbiß und am 25. Mai als Gäste des Präsidenten der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin zum Besuch der Händel-Oper „Orlando“ eingeladen.

Am Freitag, dem 26. Mai, wurden die wissenschaftlichen Vorträge unterbrochen, um den Tagungsteilnehmern Gelegenheit zu geben, Forschungsinstitute und berühmte Kulturstätten in der weiteren Umgebung Halles zu besichtigen (Institut für Phytopathologie in Ascherleben, Institut für Pflanzenzüchtung in Quedlinburg, Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben. — Dome zu Naumburg, Quedlinburg, Gernrode, Halberstadt usw.). Eine botanische Exkursion führte an diesem Tage in das untere Unstruttal mit seinen durch eine größere Anzahl kontinentaler und submediterraner Elemente ausgezeichneten Flora (Herr M a h n). Eine Weinprobe in der Weinkellerei Freyburg überzeugte abends die Teilnehmer von der Qualität der Unstrutweine.

Am Montag begann die große viertägige botanische Exkursion, die in den Kyffhäuser, die Hainleite, nach Stolberg, auf den Brocken und ins Bodetal führte und mit einem Besuch von Quedlinburg und Gernrode beschlossen wurde. Der Wettergott war anfangs sehr ungnädig gesinnt und ließ erst am letzten Tage im Bodetal die Sonne scheinen. Aber trotz strömenden Regens sowie Kälte und Schnee auf dem Brockengipfel blieb der Eifer der rund 60 Teilnehmer ungebrochen und die Stimmung ungetrübt. Die ungeheuer vielseitige Flora der besuchten Gebiete hinterließ bei allen Exkursionsteilnehmern einen unvergeßlichen Eindruck. Nicht zuletzt war dies auch der vorbildlichen Vorbereitung und Führung durch Herrn Meusel und seine Mitarbeiter, insbesondere Herrn Schubert sowie die Herren Stöcker und Weinitschke zu danken.

K. Hassebrauk

Besprechungen aus der Literatur

Eames, A. J., *Morphology of the Angiospermes*, Mc. Graw-Hill-Book Comp. Inc., New York, Toronto, London 1961, 518 p., 148 Fig., 1 Taf. 5 £ 4 S 6 d.

Die neueren Ergebnisse und Anschauungen über die Morphologie der Angiospermen, ihren Ursprung und ihr Alter auf Grund der vergleichenden Methode (Velenovsky, Vergleichende Morphologie 1905-1913) stellt Verf. lehrbuchmäßig (470 S.) für fortgeschrittene Studierende und Lehrer zusammen. Vorausgesetzt werden beim Leser nur allgemeine botanische Kenntnisse.

Es sollen vor allem die im 20. Jahrhundert gewonnenen neuen Einsichten auf möglichst breiter Basis in der Darstellung nutzbar gemacht werden. Das führt dazu, daß es sich bei dem Buche nicht so sehr um eine vergleichende Morphologie der Angiospermen, etwa im Sinne der idealistischen Morphologie handelt, als vielmehr um eine vergleichende Gesamtdarstellung der Angiospermen auf Grund sowohl der morphologischen, wie auch der entwicklungsgeschichtlich-histologischen und zytologischen Eigentümlichkeiten. Das Buch ist also viel umfassender, als der Titel zum Ausdruck bringen kann. Nicht umsonst setzt Verf. seinem Buche die Paraphrase Senecas voraus: „Nec cotentum exteriori rerum naturae conspectu, introspicere...“.

Kapitel 1 behandelt Bau und Entwicklung der vegetativen Organe des Pflanzenkörpers, das sekundäre wasserleitende Gewebe und das Kambium. Es folgen (Kapitel 2-5) die Infloreszenz und ihre Phylogenie, die Blüte, das Androeceum und das Staubblatt, Pollen, Pollenentwicklung, Pollination, der männliche Gametophyt. In Kapitel 6-9 werden Gynaeceum, Samenanlage, Archespor, Embryosack, Endosperm und Befruchtung dargestellt, in Kapitel 10 Same und Frucht. Im 11. Kapitel werden die besonderen morphologischen Merkmale einiger Angiospermen-Familien herausgestellt, welche infolge ihres abweichenden Entwicklungsablaufes hervorragende Bedeutung für mögliche phylogenetische Verwandtschaftsbeziehungen besitzen. Es handelt sich um Familien aus den Ordnungen der *Ranales*, *Dilleniales*, *Piperales*, *Verticillatae*, *Helobiales*, *Liliales* und *Palmae*. Das 12. Kapitel bringt die Phylogenie der Angiospermen. Es werden die Beziehungen der Monokotyledonen zu den Dikotyledonen diskutiert. Über den Ursprung der Angiospermen stellt Verf. die verschiedenen Hypothesen zusammen: die Isoëtes-Monokotyledonen-, die Coniferales-Amentiferen-, die Gymnospermen-Gnetales-Angiospermen-, die Anthostrobilus(Bennettitales)-, die Cayteriales-, die Pteridospermen- und die Praephanerogamae- und Chlamydospermen-Hypothesen. Die Argumente für und wider einen polyphyletischen Ursprung der Angiospermen werden diskutiert.

Der Abschnitt über das Alter der Angiospermen stellt einen Auszug dar aus des Verf. Vortrag auf dem 9. internationalen Botaniker-Kongreß in Montreal 1959: „The Morphological Basis for a Paleozoic Origin of the Angiosperms“. Der Ursprung der Angiospermen muß im Perm gesucht werden, in dem zum ersten Male Käfer aufgetreten sind. Diese sind als die primitivsten Pollenüberträger anzusehen. — Ein ausgezeichnete Kenner der Angiospermen und ihrer Literatur legt hier gewissermaßen als Abschluß seines Lebenswerkes eine hervorragende kritische Gesamtdarstellung der Angiospermen in modernster Sicht vor.

C z a j a, Aachen

Esdorn, I., Die Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen der Weltwirtschaft. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart 1961. 159 S., 34 Abb. Ganzln. 24,— DM.

Seit dem Erscheinen des zweibändigen „Handbuchs der tropischen und subtropischen Landwirtschaft“, 1943 erst- und letztmalig unter Mitarbeit zahlreicher Fachleute von Geo A. Schmidt und August Markus herausgegeben, verfügt das deutsche Schrifttum über kein einschlägiges Werk mehr. Lediglich die in ihren Einzelstücken sehr wertvolle „Schriftenreihe über tropische und subtropische Kulturpflanzen“, in den letzten Jahren herausgebracht und in Zukunft wohl auch fortgeführt von der RUHR-STICKSTOFF-AG (bisher sind 12 Bändchen erschienen), vermochte die weitklaffende fachliche Bedarfslücke etwas zu schließen. So hat es die Verfasserin der vorliegenden Neuerscheinung übernommen, hier Abhilfe zu schaffen. Ihr Vorhaben ist allein schon aus diesem Grunde sehr zu begrüßen.

Das Buch bringt eine Übersicht über die Kultur der wichtigsten Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen, über ihre Biologie und Nutzungsweise, ihre geographische Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung. Der letztere Gesichtspunkt war entscheidend für die Auswahl der behandelten Objekte, und die Stoffgliederung erfolgte nach der Nutzungsweise der Ernteprodukte. So werden im einzelnen die stärke- und zucker-, die öl- und fettliefernden Pflanzen, ferner die Genußmittel und Gewürzarten, die faser-, kautschuk-, harz- und gerbstoffliefernden Pflanzen abgehandelt. Für die meisten Arten wird außerdem in einer sehr einfachen Schwarz-Weiß-Federstrichtechnik eine Abbildung der Blüten- oder Fruchtstände gebracht, woran sich in der dargebotenen Ausführung in zahlreichen Fällen allerdings der der Sache Fernstehende nur unzureichend orientieren kann, während der Fachmann sich bessere Illustrationen gewünscht hätte. So sind z. B. die Abbildungen der Fruchtstände von Reis, der Ölpalme und der Banane doch wohl recht mager ausgefallen; bei der Abbildung 32 kann man bestenfalls der Unterschrift entnehmen, daß es sich hier um eine Darstellung der Faseraufbereitung der Sisalagave handeln soll, und die Abbildung 4 gleicht mehr einer großen „Vogelkralle“ als einem Maniok-Knollengebilde.

Der Text des Buches bringt für jede Nutzpflanze sehr wertvolle Angaben zur botanischen Systematik, zur Frage der Heimat und Abstammungsverhältnisse sowie zur Technologie ihrer Verwendungsweise. Der Verfasserin kommen hierbei ganz offensichtlich ihre gründlichen Kenntnisse zugute, die sie aus der botanischen Fachliteratur sowie aus Sammlungen botanischer Institute und Gärten gewonnen hat und über die sie als Pharmazeutin auf Grund ihrer analytischen Erfahrungen über die wertbildenden Inhaltsstoffe der Nutzpflanzen verfügt. In dieser Hinsicht findet somit der Leser auf beschränktem Druckraum viele wertvolle Angaben und Hinweise. Leider sind dagegen diejenigen Teile der Ausführungen, die die eigentliche Kultur der behandelten tropischen Nutzpflanzen zum Inhalt haben, wenig vollständig und in den Sachverhältnissen auch nicht immer zutreffend, jedenfalls nicht überall auf den modernsten Erfahrungsstand gebracht. Hier mangelt es offenbar der Verfasserin an eigenen Erfahrungen und Anschauungen in den Tropen, auch an der Kenntnis der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur, besonders der des Auslandes. Dies trifft z. B. zu für die moderne Saattechnik beim Reis, die Behebung der bekannten Keimungsschwierigkeiten bei der Anzucht der Ölpalme, ferner für die heute im rationellen Großanbau immer gebräuchlicher gewordene Monokultur (nicht Mischkultur!) beim Rizinus und dessen bodenmäßigen Voraus-

setzungen; des weiteren trifft dies zu für die nur unzureichenden Hinweise auf die heute sehr wohl vorhandenen Rizinus-Hochzuchtsorten mit kurzer und gedrängter Fruchtreife (sogar auf modernster Hybrid- und Inzucht-Heterosisbasis) usw. Auch entsprechen die von der Verfasserin angegebenen Länder bzw. Landschaften für den Weltanbau bei verschiedenen tropischen Nutzpflanzen heute nicht überall dem tatsächlichen Sachverhalt. Hier hat sich eben im Laufe der Zeit sogar während des letzten Jahrzehnts mancherlei geändert, das zu beachten notwendig ist, nicht zuletzt auch im Hinblick auf die von Europa aus zu planenden Maßnahmen einer Entwicklungshilfe in bestimmten, wirtschaftlich zu fördernden Ländern. Aus diesem Grunde ist auch bedauerlich, daß dort, wo in der vorliegenden Neuerscheinung statistische Angaben über die Welternte, ferner über den Export der Erzeuger- und über den Import der Empfänger- bzw. Verarbeitungsländer gemacht werden, diese nicht auf den neuesten Stand gebracht sind, sondern regelmäßig nur bis 1957 reichen. Schließlich sollten in einem modernen Lehrbuch über tropische Nutzpflanzen auch die geographischen Länderbezeichnungen mit den amtlichen Namen übereinstimmen, die diese Staaten heute offiziell führen; ein „ägyptischer Sudan“ (S. 110) wird seit 1956 von einer sehr staatsbewußten Bevölkerung der Republik Sudan mit einer obendrein sehr alten Kultur in weiten Gebieten des Landes geradezu als eine Beleidigung empfunden.

Von diesen und einigen anderen Mißlichkeiten abgesehen, die bei einer evtl. Neuauflage behoben werden sollten, stellt die vorliegende Neuerscheinung von I. Esdorn zweifellos eine wertvolle Bereicherung unseres deutschsprachigen Schrifttums über die tropischen und subtropischen Nutzpflanzen dar, die einfach deswegen, weil praktisch jedes kleine einführende Werk auf diesem Gebiet bislang fehlt, eine bedeutsame Lücke zu schließen vermag. In diesem Sinne und zum Zwecke des Selbststudiums sowie für die Unterrichtsergänzung an Universitäten, Hochschulen und höheren Fachschulen ist das Buch durchaus zu empfehlen. A. Scheibe, Göttingen

Handbuch der Pflanzenanatomie. Bd. VIII, Teil 3: v. Guttenberg, H., Grundzüge der Histogenese höherer Pflanzen, I. Angiospermen. Gebr. Borntraeger-Verlag, Berlin 1960. 315 S., 328 Abb. Gbd. 110,— DM (Subskriptionspreis 88,— DM).

H. v. Guttenberg hielt die Zeit für gekommen, eine Gesamtdarstellung der Histogenese höherer Pflanzen zu versuchen, nachdem eine Fülle von Einzeluntersuchungen heute bereits vorliegt und auch größere Zusammenstellungen schon erschienen sind. Da die Gesamtverarbeitung aller Ergebnisse histologisch-entwicklungsgeschichtlicher Forschung zweifellos für einen Autor ein zu umfangreiches und zeitraubendes Unternehmen wäre, hielt Verf. es für richtiger, zunächst nur die Grundzüge zu behandeln. Es sollte der Ursprung und die Entwicklung der Gewebe dargestellt werden. Schon bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über die Wurzel erkannte Verf., daß für diese allgemeine Entwicklungsregeln bestehen. Daher wurden auch die Entwicklungsvorgänge in Achse und Blatt nochmals kritisch überprüft und auch bei diesen allgemeingültige Regeln ermittelt. Unvermeidlich war, neben der Histogenese auch auf die Organogenese einzugehen, obwohl diese nicht im Vordergrund des Interesses stand. Eine Beschränkung war auch notwendig insofern, als die Ausgestaltung aller Gewebe und Spezial Einrichtungen nicht ausführlich dargestellt werden konnte. Statt dessen mußten kurze Zusammenfassungen genügen. — Die Literatur wurde bis zum Jahre 1957 einschließlich verarbeitet.

In der Einleitung behandelt Verf. die Bildung der Histogeninitialen im Embryo, ferner die Meristeme, Initialen und Histogene. Der Hauptteil ist gegliedert in die vier Kapitel: Die Entwicklung der Wurzel, des Sprosses, des Blattes und die Differenzierung der Histogene in Stamm und Blatt. Im 1. Kapitel (103 Seiten) werden die Entwicklung der Wurzel von der Radicula an mit Sonderfällen, Seitenwurzeln, Beiwurzeln, Wurzeltasche, ferner der wachsende Vegetationspunkt und die Differenzierung der Histogene dargestellt. Im Schlußkapitel stellt Verf. fest, daß trotz der bei der Entstehung der Primärwurzel zunächst bestehenden beträchtlichen Verschiedenheiten, die Wurzelanlagen der fertigen Embryonen einander im wesentlichen gleichen. Auch weiterhin können sich noch gewisse Unterschiede zeigen. Stets kommt es am Ende dieser Entwicklung zur Bildung von drei superponierten Initial-Zentren. In instruktiven schematischen Skizzen werden Unterschiede der Entwicklung zwischen Dikotylen und Monokotylen gezeigt in bezug auf die Kalyptra, geschlossene und offene Typen bei beiden Gruppen.

Im 2. Kapitel (S. 104 - 235) stellt Verf. die Entwicklung des Sprosses dar. Die Theorien des Sproßaufbaues werden eingehend diskutiert. An Hand der Literatur werden die wenigen Angaben über die Sproßentwicklung der Monokotylen, ausführlicher aber die viel eigehender untersuchten Dikotylen dargestellt. Für die Beurteilung der Scheitelarchitektonik verwendet Verf. ein entscheidendes Kriterium: das Verhalten der Seitenorgane. Dadurch ist es möglich, Klarheit in die Vielfalt der Meinungen, besonders aber in die Kenntnis des Aufbaues der Sproßscheitel zu bringen. Es ließ sich auch hierbei zeigen, daß trotz erheblicher Unterschiede die Übereinstimmungen zwischen dem Sproßscheitel der Mono- und Dikotylen doch sehr groß ist.

Im 3. Kapitel (S. 236 - 278) wird die Entwicklung des Blattes behandelt. Besonders bei der Darstellung des Ursprungs der Blattprimordien wird die schon im vorhergehenden Kapitel ausführlich dargelegte Auffassung des Verf. vom Aufbau des Sproßscheitels klar. Weder die Histogentheorie Hansteins, noch die Tunica-Corpus-Konzeption Buders kann eine richtige Auffassung von der Blattenstehung vermitteln, denn Periblem und Plerom lassen sich nicht allgemeingültig gegeneinander abgrenzen. Aber auch Tunica und Corpus erfassen die entwicklungsgeschichtlich bedeutungsvollen Zellagen nicht klar. Nach der vom Verf. entwickelten Vorstellung sind am Vegetationskegel stets Dermatogen und Subdermatogen und ein Zentralmeristem zu unterscheiden. Bei den Monokotylen werden die Blätter sehr häufig aus den beiden Außenlagen aufgebaut, bei den Dikotylen sehr selten, aus dem Dermatogen allein aber nie. Bei diesen beteiligt sich im Normalfall auch die dritte Zellage am Primordiaaufbau oder auch weitere.

Das Flächenwachstum der Dikotylenblätter verläuft nach den heutigen Einsichten vor allem zu Beginn einheitlich durch die Tätigkeit des Randmeristems an den zwei opponierten adaxialen Kanten der jungen Primordie, welche in verschiedener Weise entstehen können. Aus diesen gehen dann die schon von Schuepp so bezeichneten Plattenmeristeme hervor. Das wenige über die Monokotylen vorliegende Material läßt erkennen, daß sich auch bei diesen die Spreitenentwicklung nach dem gleichen Prinzip vollzieht.

Das 4. Kapitel (diese Überschrift wurde im Satz ausgelassen) behandelt die Differenzierung der Histogene in Stamm und Blatt.

Wie v. Guttenberg selbst schon betont, übersteigt die Darstellung des Gesamtgebietes die Arbeitskraft eines einzelnen Autors. Mit glücklicher Hand beschränkte er sich auf die Darstellung der Grundzüge der Histogenese und gestaltete ein Werk von einheitlichem Guß. Er arbeitete mit

genialem Blick die Gesetzmäßigkeiten der einheitlichen Grundentwicklung aus einer fast erdrückenden Vielzahl von Besonderheiten heraus für Wurzel, Sproß und Blatt, wofür wir ihm danken müssen.

Czaja, Aachen

Kutschera, L., Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. DLG-Verlags-GmbH., Frankfurt a. M. 1960. XVI, 574 S., 256 Abb., 4 Farbtafeln. Ganzln. 90,— DM.

Angeregt durch ihre pflanzensoziologische Beratungstätigkeit und einen Studienaufenthalt in den USA widmete sich die Verfasserin seit mehreren Jahren der Erforschung der Wurzelsysteme der mitteleuropäischen Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. Diese Arbeit wurde durch das österreichische Bundesministerium für Landwirtschaft und Forsten gefördert. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft ermöglichte schließlich die Herausgabe des vorliegenden Wurzelatlas, der einen wesentlichen Teil der Ackerpflanzen enthält. In einem weiteren Bande sollen später die restlichen Pflanzen des mitteleuropäischen Ackerlandes folgen, und es ist geplant, in einem dritten Bande die Wurzelsysteme der Wiesen- und Weidepflanzen zu behandeln. Die Verfasserin betrachtet es als Ziel ihrer Arbeit, nicht nur der Beschreibung des Sprosses in der systematischen Botanik eine solche der Wurzel hinzuzufügen; die Kenntnis der Wurzelsysteme ist vielmehr besonders wichtig, wenn man die Pflanze in ihrer Beziehung zur Umwelt besser verstehen will. Bekanntlich ist der Anstoß, das Wurzelsystem der Pflanzen eingehender zu erforschen, von der Pflanzensoziologie ausgegangen, denn hierdurch wurden tiefere Zusammenhänge zwischen Pflanzendecke und Boden erschlossen.

In einem relativ kurzen allgemeinen Teil werden zunächst Bau und Gestalt der Wurzel, Beeinflussung der Wurzel durch die Wachstumsfaktoren, Einfluß der lebenden Umwelt auf das Wurzelsystem und Zusammenhänge zwischen Wurzel und Boden behandelt. Diese allgemeinen Betrachtungen werden durch ein Kapitel „Pflanzenbestand, Pflanzengesellschaft und Wurzelbild“ abgeschlossen. Im wesentlichen ist der Wurzelatlas ein Nachschlagewerk, daher nimmt der spezielle Teil einen breiten Raum ein. Er enthält in systematischer Anordnung etwa 200 Ackerpflanzen. Behandelt werden die wesentlichsten Unkräuter, so z. B., um artenreichere Gattungen zu nennen, 5 *Panicum*-, 3 *Rumex*-, 7 *Polygonum*- und 4 *Chenopodium*arten. Daneben wurden folgende Kulturpflanzen aufgenommen: Weizen, Gerste, Hafer, Mais, echte Hirse, italienisches Raygras, Wiesenrispengras, Hanf, Zuckerrübe, Raps, Luzerne, Schweden-, Weiß-, Rot- und Inkarnatklée, Zottelwicke, Linse, Esparsette, Kartoffel und Sonnenblume. Bei jeder Art werden Standort, Heimat, Verbreitung und soziologische Bindung angegeben. Von besonderem Interesse dürften die oft ausführlichen Hinweise auf die landwirtschaftliche Bedeutung sein. Eingehend wird die Wurzel beschrieben und durch eine oder mehrere Darstellungen veranschaulicht. Sieht man die vielen, oft ganzseitigen Abbildungen durch, so kann man nicht genug der ihnen zugrunde liegenden Kleinarbeit Achtung und Bewunderung zollen. Die Wurzelsysteme wurden nach eingehend beschriebener Methode in langwieriger und mühevoller Arbeit von E. Lichtenegger freigelegt und gezeichnet. Es handelt sich um eine Arbeit, die man vielleicht am ehesten noch mit der Tätigkeit eines Archäologen vergleichen kann.

Das Wurzelwerk der Pflanzen entzieht sich der unmittelbaren Anschauung. Unsere Kenntnisse, auch auf dem Gebiet der Ackerpflanzen, waren bisher verhältnismäßig gering. Daher kommt dem vorliegenden Werk grundlegende Bedeutung zu. Es wird auf viele Spezialgebiete anregend wirken

und besonders für die Fragen der Bodenbearbeitung, Düngung, Beregnung und Unkrautbekämpfung von großem Wert sein. Es bleibt zu hoffen, daß sich die Herausgabe des Gesamtwerkes bald ermöglichen läßt.

J. Ullrich, Braunschweig

Linskens, H. F., und L. Stange, Praktikum der Papierchromatographie.

Anleitung zu Übungen in der papierchromatischen Untersuchung pflanzlicher Inhaltsstoffe. Springer-Verlag, Berlin — Göttingen — Heidelberg 1961. Gr.-8°, VIII, 51 S., 27 Abb., Spiralheftung 9,80 DM.

Das handliche, für den Laboratoriumsgebrauch zugerichtete Büchlein will den Studierenden in 12 sorgsam ausgewählten und abgegrenzten Übungen mit der chromatographischen Grundtechnik so vertraut machen, daß er spezielle Aufgaben später richtig lösen kann. Die Übungen behandeln den Trennprozeß, das eindimensionale Chromatogramm (Zuschnitt und Temperatur, quantitative Aminosäurebestimmung), das zweidimensionale Chromatogramm (Cochromatographie), Rundfiltertechnik (Zucker), Photogrammtechnik (Nukleinsäure), Extraktion und Hydrolyse, Bioautographie (Wuchsstoffe), Fluoreszenznachweis (Flechtensäure), Farbstofftrennung (Chloroplastenfarbstoffe und Chymochrome), Plattentest (Antibiotica), Alkaloide und Autoradiographie. Jeder Übung ist eine genaue Angabe der notwendigen Geräte, Papiere, Chemikalien und Pflanzen, wie auch des Zeitbedarfs vorangestellt. Die Arbeitsvorschriften sind als klare, Einzelheiten berücksichtigende Rezepte unter Beifügung von Auswertungsschemata pp. so vorgelegt, daß sie auch ohne theoretische Vorkenntnisse durchgeführt und beobachtet werden können. Zu näherem Studium wird der Praktikant auf die „Papierchromatographie in der Botanik“ von Linskens verwiesen, im Einzelfall auch auf unmittelbar mit der Aufgabe zusammenhängende Originalliteratur. Jeder Übung sind einige Aufgaben angefügt, die allerdings insofern eine von den Autoren gewünschte Selbstkontrolle kaum ermöglichen, als keine Auflösungen angegeben sind. Dies ist kein Fehler, da das Büchlein ja meist in Kursen verwendet werden dürfte, deren Durchführung durch diese technische Anleitung wesentlich erleichtert wird. Die Absicht der Verfasser, neben den Möglichkeiten auch die Grenzen der Papierchromatographie sichtbar zu machen, könnte in den einzelnen Übungen noch klarer hervortreten. Die Beifügung eines Gutscheines für kostenlose Überlassung einer Mustersammlung von Chromatographiepapieren muß wohl bei der Bewertung des Ladenpreises mit berücksichtigt werden.

Füchs, Göttingen

Meyl, A. H., Fadenwürmer (Nematoden). Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1961. 73 S., 29 Textabb., 4 Taf. Brosch. 9,80 DM.

Im Rahmen der Sammlung „Einführung in die Kleinlebewelt“ ist eine neue Veröffentlichung erschienen, die sich mit den europäischen in Erde und Süßwasser lebenden Fadenwürmern befaßt. Der Autor, ein bekannter Nematologe, hat es verstanden, diese äußerlich wenig ansprechende Tiergruppe den Freunden der Mikrofauna nahezubringen. Meyl weist darauf hin, daß heute nur erst $\frac{1}{4}$ der so reichhaltigen Tiergruppe bekannt und unser Wissen von der Lebensweise der frei lebenden Nematoden noch recht lückenhaft ist. Das trifft bis zu einem gewissen Grade auch für viele pflanzenparasitäre Nematoden zu, die mit wenigen Ausnahmen in ihrer Entwicklung ebenfalls kürzere oder längere Zeit frei lebend sind. In den einzelnen Abschnitten des Büchleins werden Bedeutung der Nematoden, innerer und äußerer Bau des Nematodenkörpers, Biologie, Einfluß von Umweltfaktoren auf Besiedlung der Lebensräume, Fang, Züchtung, Prä-

paration, Fixierung u. v. a. behandelt. Sehr sorgfältig ist die Bestimmungstabelle abgefaßt, die nach kurzer Einarbeit eine Bestimmung bis zur Gattung ermöglicht. Dem Anfänger werden auch Hinweise für das Zeichnen, Photographieren und Vermessen der Nematoden willkommen sein. Bei aller wissenschaftlichen Genauigkeit vermittelt das Büchlein in kurzer leichtverständlicher Form einen sehr guten Einblick in die Vielfalt der Tiergruppe, so daß auch der interessierte Laie, der die Natur mit offenen Augen betrachtet, an der Schrift Freude haben wird.

Goffart, Münster

Nuernbergk, E. L., Kunstlicht und Pflanzenkultur. BLV-Verlagsgesellschaft, München — Bonn — Wien 1961. XIV, 312 S., 113 Abb. Ganzln. 69,— DM.

In der modernen Pflanzenkultur bürgert sich mehr und mehr die Verwendung künstlichen Lichts ein, sei es als Zusatzbestrahlung, sei es — insbesondere für züchterische Zwecke oder physiologische Experimente — als alleinige Energiequelle. Da dieses in keiner Weise den natürlichen Bestrahlungsverhältnissen der Pflanzenwelt entspricht, war es schon lange an der Zeit, einmal grundlegend die Unterschiede zwischen der Bestrahlung durch das Tageslicht mit seinen ökologischen Differenzierungen und derjenigen durch technische Strahlungsquellen herauszustellen. Die bisher vorliegenden Bücher haben sich mehr oder weniger einfach damit begnügt, empirisch gewonnene Resultate schriftlich niederzulegen, um damit in erster Linie für den Bestrahlungstechniker und den Gärtner gewisse „praktische“, wenigstens primitive Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Im vorliegenden Werke wird nun im 1. Teil das Gewicht besonders auf die physiologisch-ökologischen Grundlagen der Pflanzenbeleuchtung gelegt. Die natürlichen Strahlungsarten werden dabei hinsichtlich ihrer physiologischen Wirkung, nämlich der trophischen, des formativen und des photoperiodischen Einflusses dargestellt und abgegrenzt. Da sich aber stets die Strahlungseinflüsse mit anderen Außen- und Innenfaktoren koppeln, wird dieser Wechselwirkung ein besonderer Abschnitt gewidmet.

Der folgende Buchteil befaßt sich mit der Praxis der Kunstlichtbestrahlung. Nach einem Einleitungsteil erörtert er hauptsächlich die Zusatzbestrahlung in der Pflanzenkultur, speziell im Pflanzenbau, deren lichtklimatische Voraussetzungen kurz aber recht eindrucksvoll erklärt werden. Nun erst führt der Verfasser gründlich in die Licht- und Energiemessung ein, behandelt dann die künstlichen Bestrahlungsquellen in deren Eigenart, Zeitpunkt und Dauer der Bestrahlung und die Besonderheiten des sogenannten Wanderlichtes. Da diese Licht- und Energiemessungen gleicherweise auch für die Feststellung der natürlichen Bestrahlungsverhältnisse erforderlich sind, hätten diese wohl auch früher gebracht werden können; doch tut auch die gewählte Reihenfolge bei gründlicher Buchbenutzung keinerlei Abbruch.

Die nunmehr gegebenen Voraussetzungen lassen auf 20 Seiten eine spezielle Erörterung der Anwendungsmöglichkeiten künstlicher Bestrahlung von Pflanzen zu, wobei sowohl Entkeimungswirkungen, als auch spezielle Beleuchtungskammern, die Pflanzenbestrahlung in der Wohnung, ferner besonders eingehend die Bestrahlung von Aquarien, die Stecklings-, Samen- und Sämlingsbestrahlung, jeweils in getrennten Abschnitten, sehr übersichtlich und sorgfältig wenn auch gedrängt, behandelt werden. Relativ kurz werden für denjenigen, der künstliche Bestrahlung praktisch anwenden will, einige technische Hinweise für Installation, Bedienung und Wartung gegeben, schließlich wird ein kurzer Abriß über das Problem der Wirtschaftlichkeit in seiner multifaktoriellen Grundlegung angefügt.

Die Seiten 181-288 umfassen nun ein Verzeichnis, in dem die bisherige Kunstlichtanwendung an Pflanzen und die dabei benutzte Technik für gewisse Arten und Rassen vornehmlich aus der Literatur zusammengestellt wurde. Mit dieser umfangreichen und mühseligen Arbeit hat sich wohl der Verfasser zusätzlich ein ganz besonderes Verdienst erworben, das dem Praktiker sehr viele Fingerzeige an die Hand gibt, wenn er sie mit Bedacht zu nutzen versteht. Sorgfältigstes Überlegen auf Grund solider, in diesem Buche vermittelter Kenntnisse wird die gesamte künstliche Pflanzenbestrahlung noch auf lange Zeit hinaus erfordern. Die individuellen Differenzen hinsichtlich der Ansprüche an das Strahlungsklima, selbst bei nahverwandten Rassen, werden in der Praxis immer gewisse Vorversuche unumgänglich machen, auf Grund derer erst Erfolge und Wirtschaftlichkeit der künstlichen Bestrahlung als verheißungsvoller Preis winken:

Wer dazu gewillt ist, mit Verständnis und Bereitschaft zu tiefer Einarbeit der künstlichen Pflanzenbestrahlung in der Praxis näherzutreten, wird das vorliegende Buch mit großem Nutzen immer wieder zur Hand nehmen und dem Verfasser dankbar sein. Den relativ hohen Preis, der in Anbetracht der sorgfältigen Ausstattung heutzutage durchaus angebracht erscheint, wird er dann auch gern in Kauf nehmen.

H. Ullrich, Bonn

Rechinger, Frida, Die Pflanze und ihr Leben. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1961. 266 S., 172 Textabb., 24 Schwarzweiß-, 4 Farbtaf. Ganzln. 24,— DM.

Der Verlag nennt das vorliegende Buch „das Kosmos-Volksbuch der Botanik“; die Verfasserin betont, daß das Buch in keiner Weise ein Lehrbuch sein wolle und könne. Es bemühe sich nur, das Leben der Pflanze dem Verständnis nahezubringen und seine innige Verflochtenheit mit dem menschlichen Leben aufzuzeigen. Eine Wissenschaft dem Laien in fesselnder und verständlicher Weise zu erschließen, ist zweifellos eine sehr schwere Aufgabe, die angeblich uns Deutschen im allgemeinen nicht liegt. Aber man wird der Verfasserin gern bescheinigen, daß sie diese Aufgabe gut gelöst hat. Sie schildert in einem lebendigen Stil die wichtigsten Fakten der botanischen Wissenschaft, ohne dabei der großen Gefahr zu erliegen, den Stoff irgendwie zu verwässern. Sehr zu begrüßen ist vor allem der Abschnitt „Pflanze und Mensch“, der gut ein Drittel des Buches beansprucht und dem Leser eindringlichst vor Augen führt, in wie mannigfacher Form die Pflanzen mit unserem täglichen Leben verflochten sind. Auch hinter einer zunächst etwas suspekt anmutenden Überschrift „Magische Verbundenheit — Ausklang im Seelischen“ verbirgt sich eine gediegene Darstellung der magisch-seelischen Beziehungen des Menschen zur Pflanzenwelt, die auch der Fachmann mit Interesse lesen wird. Der Verlag hat mit Abbildungen nicht geizt; ein besonders zweckdienliches Attribut für ein solches Buch. Die Textabbildungen sind ausgezeichnet, die Bildtafeln sind mit Geschick ausgewählt und meist von ausgesprochener Schönheit. Man wird dieses Buch jedem anspruchsvollen Laien, der den Weg zur Botanik finden möchte, wärmstens empfehlen können.

Hassebrauk, Braunschweig

Russell, M. B., Water and its relations to soils and crops. Academic Press, New York u. London 1959. 131 S., 37 Abb. 4.— \$. (Nachdruck aus Bd. XI, *Advances in Agronomy*.)

Es ist heute wichtiger als früher, von Zeit zu Zeit über die Fortschritte in den einzelnen Sparten der Wissenschaft zu referieren. Der vorliegende

Band von Russell erfüllt unter Mitarbeit von 8 Koautoren diesen Zweck und umspannt auf relativ kleinem Raum ein weites Gebiet: Wasser und seine Beziehungen zu Boden und Kulturpflanzen. Im wesentlichen basierend auf angelsächsischer Literatur, ist das Buch vielfach vorwiegend aus den praktischen Erfordernissen der Landwirtschaft in den USA heraus gesehen. Daß einzelne Abschnitte sehr kurz gehalten sind, ist ein gewisser Nachteil, weil infolgedessen gelegentlich recht verallgemeinert formuliert und längst Bekanntes wiederholt werden muß. Andererseits kann man sich bei dieser nicht sehr speziell gehaltenen Darstellung rasch über die Gesamtfrage Pflanze-Wasser-Boden orientieren. Besonderer Wert wurde auf die gegenseitige Beziehung zwischen den einzelnen Faktoren gelegt, was auch in der Gliederung in die großen Abschnitte „Wasser und Boden“, „Wasser und Pflanze“, „Wasser, Pflanze und Boden“ zum Ausdruck kommt.

Die einleitenden Abschnitte befassen sich mit der „physikalischen Struktur des Wassers“, worauf man bei der an und für sich sehr knappen Darstellung hätte verzichten können, mit der „Wasserversorgung“ und der „Wassernutzung im Hinblick auf die Landwirtschaft“. Im Boden-Kapitel werden die Fragen über die „Beeinflussung der Bodeneigenschaften durch Wasser“, „Wasseraufnahme und Wasserspeicherung im Boden“ und „Boden und Wurzelentwicklung“ besprochen. Wertvoll ist die Darstellung der Methoden zur Bestimmung der Evaporationstranspiration, der fast 10 Seiten gewidmet sind. Das Problem Tau wird zweimal berührt. Angus vertritt den Standpunkt, daß der Tau keine so wichtige Rolle für die Pflanze spiele, während Kramer dem Taufaktor eine möglicherweise doch größere Bedeutung zugesteht, als allgemein angenommen wird.

Es ist ein Vorzug des Buches, auf noch offenstehende Fragen hinzuweisen. Das gilt besonders für das Kapitel über die „physiologische Bedeutung des Wassers“. Mehrmals wird betont, daß vor allem die Kenntnis der Wasserbilanz in der Pflanze, auch für die landwirtschaftliche Praxis, von größter Bedeutung ist. Anscheinend sieht man nun auch in den USA mehr und mehr ein, daß die Beurteilung der Bodenfeuchtigkeit allein — etwa zur Kontrolle der Wasserversorgung der Kulturpflanzen — nicht ausreicht, wie dies von anderer Seite schon früher erkannt worden ist (Walter, Lobov, Baumann u. a., vgl. Kreeb 1961). Bezüglich der Bestimmung der Wasserbilanz ist noch vieles im Fluß. Ob eine genaue und geeignete Feldmethode gefunden werden kann, ist noch immer fraglich. Ideal wäre die kurz angedeutete elektrische Widerstandsmessung, wobei die Blätter kaum verletzt würden. Gewisses Interesse verdient die Feststellung, daß der Öffnungsgrad der Stomata gut als Maß für das bestehende Wasserdefizit verwendet werden kann; ob grundsätzlich, bleibt dahingestellt. Der osmotische Wert als Indikator für den Wasserzustand wird nur kurz erwähnt (die zahlreichen Arbeiten Walters sind nicht genannt; lediglich eine englische Veröffentlichung wird zitiert), da er nicht empfindlich genug sein soll. Das stimmt, so generell formuliert, nicht! Zweifellos wäre die Messung der Saugspannung günstiger. Doch scheitert die Anwendung dieser Methode im Felde immer noch an dem großen apparativen Aufwande. Ziemliche Bedeutung wird dem auf Weatherley zurückgehenden Begriff der relativen Turgeszenz beigemessen. Ebenfalls brauchbare Methoden wie etwa die Schardakow-Methode (Schlierenmethode) und die Refraktometermethode werden nicht genannt.

Nach je einem kurzen Abschnitt über die „Trockenresistenz“ und die „Wirkung von überoptimalen Wassermengen auf die Pflanzen“ folgen

die komplexeren Kapitel über die wechselseitige Beeinflussung von Boden, Wasser und Pflanze („Bodenfeuchtebedingungen und Pflanzen“, „Beeinflussung von Bewässerung“ und „Wasserverbrauch der Pflanzen“, „Kulturmaßnahmen im Hinblick auf eine verbesserte Wassernutzung“, „Wasserspeicherung in subhumiden Gebieten“ und „Beeinflussung des Wasserabflusses“). Unter dem hierzu Gesagten darf hervorgehoben werden, daß bei experimentellen Untersuchungen gelegentlich auch Nebenfaktoren von Bedeutung sein können. So ist z. B. das Wachstum von Wurzeln trotz gleicher Bodensaugspannung verschieden stark, wenn man den Tonanteil in einem Sand-Ton-Gemisch als Wachstumsmedium variiert. Die Verfügbarkeit des Wassers für die Pflanze beruht eben nicht nur auf Unter- in einem Sand-Ton-Gemisch als Wachstumsmedium variiert. Die Verschieden im Wasserzustand des Wachstumsmediums, sondern hängt auch von dem Wassernachleitvermögen ab. Gerade dieser dynamische Gesichtspunkt wird neuerdings beim Wasserhaushalt der Pflanzen hervorgehoben. Ähnliche Unterschiede wurden bei unterschiedlichen Düngergaben bekannt. Unter Umständen kann sogar eine Ertragszunahme mit zunehmender Bodensaugspannung auftreten, etwa hinsichtlich der Kautschukproduktion von *Parthenium argentatum*. Verallgemeinerungen sind, so wird betont, in jeder Hinsicht eine Gefahr. Gerade in der landwirtschaftlichen Praxis können Ausnahmen von entscheidender Bedeutung sein.

In einem der Schlußkapitel wird noch darauf hingewiesen, daß von seiten der Züchtung noch einiges getan werden kann, um Kulturpflanzen mit einer größeren Trockenresistenz zu schaffen bzw. solche Varietäten, die das zur Verfügung stehende Wasser besser auszunutzen vermögen. Alles in allem kann das Studium dieses Berichtes empfohlen werden. Die Abbildungen sind nicht ganz so einheitlich, wie das wünschenswert wäre. Bei Abb. 12 A fehlen wohl einige Angaben, so daß die hier wiedergegebenen Kurven nicht ganz klar werden.

K. Krieb, Stuttgart-Hohenheim

Seleman Uslu, Untersuchungen zum anthropogenen Charakter der zentralanatolischen Steppe. Gießener Abh. z. Agrar- und Wirtschaftsforschung des Europ. Ostens, Bd. XII, 71 S., 70 Abb., 4 Karten und 4 Tafeln. Gießen 1960.

Anatolien ist von Natur aus ein Waldgebiet, das jedoch durch Jahrtausende lange Waldverwüstung sehr waldarm geworden ist. Ein natürliches Steppengebiet ist nur die zentralanatolische Hochebene. Doch ist es heute schwer festzustellen, wo die Grenze zwischen Wald und Steppe ursprünglich lag. Es war deshalb von dem Verf. sehr verdienstvoll, allen noch so kleinen Waldresten nachzugehen und sie auf einer Karte festzuhalten. Auf Grund dieser Studien kommt er zu dem Schluß, daß auch die zentralanatolische Hochebene zu 50 % ursprünglich bewaldet war, und daß es möglich ist Aufforstungsversuche durchzuführen. Allerdings rechnet Verf. selbst kleine Steppengebüsche und einzeln vorkommende *Pirus elaeagrifolia*-Bäume noch zur Waldsteppe.

Da die zentralanatolische Hochebene durch sehr viele Gebirgszüge und einzelne Vulkanberge gegliedert ist und diese sehr steinige Hänge besitzen, ist eine frühere teilweise Bewachsung durch Holzpflanzen durchaus möglich. Selbst in einem klimatischen Steppengebiet breitet sich die Steppenvegetation nur auf tiefgründigeren, feinkörnigeren Böden aus, während auf Fels- und Steinböden die Holzpflanzen konkurrenzkräftiger sind. Deshalb sind z. B. mitten in der Kurzgrasprairie, den Great Plains in Nordamerika,

die Felsrücken mit Kiefern oder anderen Holzpflanzen bestanden. Man kann auch auf Steppenboden Holzpflanzen heranziehen, wenn man sie vor der Konkurrenz der Graswurzeln durch Hacken schützt. Man soll nur nicht erwarten, daß solche Baumstreifen sehr üppig gedeihen werden und deshalb einen günstigen Einfluß auf die nähere Umgebung ausüben können. Ein noch größerer Irrtum ist es zu erwarten, daß durch die Aufforstung der steinigen Berghänge in ariden Gebieten die Ergiebigkeit der Quellen größer wird. Denn der Wasserverbrauch der Waldbestände ist sehr erheblich und ein Teil der Niederschläge wird von den Baumkronen zurückgehalten und verdunstet. In Südafrika kamen nach einer Aufforstung der Gebirge die Quellen am Fuße derselben sogar zum Versiegen. Der große Wasserverbrauch der Baumschicht in Anatolien geht auch daraus hervor, daß der Waldboden in den Grenzwaldungen zur Steppe völlig kahl ist. Die Bäume sind konkurrenzkräftiger und verbrauchen alles Wasser in den trockenen Sommern für sich, so daß für die Bodenflora nichts übrig bleibt.

Wenn man somit sich nicht allen Schlußfolgerungen des Verf. anschließen kann, so muß man ihm doch ganz zustimmen, daß in Anatolien endlich energische Maßnahmen ergriffen werden müssen, um der rapide fortschreitenden Entwaldung und Bodenerosion Einhalt zu gebieten, vor allen Dingen durch den Schutz vor der Beweidung durch Ziegen und vor der unkontrollierten Holznutzung.

H. Wä l t e r, Stuttgart-Hohenheim

Personalnachrichten

Unser Mitglied Professor Dr. Josef Straub, Köln, wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“, Halle (S.), gewählt.

Unserem Mitglied Professor Dr. Otto Tornau, Göttingen, wurde von der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim die Würde eines Doktors der Landwirtschaft ehrenhalber verliehen.

Aus der Mitgliederbewegung

Todesfall

Von unseren Mitgliedern haben wir durch den Tod verloren: Unser Ehrenmitglied Dr. Hans Güssow, Victoria (Kanada) am 15. Juni 1961 im 82. Lebensjahr.

Ehrenmitglied

Westerdijk, Dr. Dr. agr. h. c. Johanna, Professor, Baarn, Javalaan 29 (Niederlande).

Neue Mitglieder

Kreeb, Dr. Karlheinz, Privatdozent am Botanischen Institut der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.

Kühne, Dr. Helga, (24 a) Hamburg-Blankenese, Klosterbergstraße 86.

Schönbeck, Dr. Helfried, Wissenschaftl. Angestellter an der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, (21 b) Bochum, Marienplatz 4.

Anschriftenänderung

Moog, Dr. Heinrich, Regierungsrat a. D., (13 b) Würzburg, Friedrich-Fick-Str. 10.

In memoriam H. T. Güssow



© Davart, New York

H. T. Güssow

Am 15. Juni 1961 starb in Victoria, B. C., Kanada, das Ehrenmitglied der Vereinigung für angewandte Botanik Dr. Hans Theodor Güssow im 82. Lebensjahre.

Güssow wurde am 24. August 1879 in Breslau als dritter Sohn des Baumeisters und Stadtarchitekten Ernst Güssow geboren. Seine Mutter Helene, geb. v. Siegel, starb schon ein Jahr nach seiner Geburt. Wegen seiner schwachen Gesundheit mußte Güssow das Elisabeth-Gymnasium in Breslau schon mit dem Einjährigen verlassen. Er erlernte die Gärtnerei an den Botanischen Gärten zu Breslau, Leipzig und Berlin und war von 1903 an Assistent bei der Royal Agricultural Society in England. 1909 bekam er als junger Mann bereits einen ehrenvollen Ruf als Dominion Botanist nach Kanada. In dieser

Stellung und als Associate Director des Departments of Agriculture in Ottawa hat er bis zu seiner Pensionierung 1944 äußerst erfolgreich gearbeitet.

Güssow hatte sich schon frühzeitig den Pflanzenkrankheiten zugewandt. Seine über 100 wissenschaftlichen Veröffentlichungen behandeln vorwiegend Mykosen von Getreide, Kartoffeln, Gemüse, Obst- und Waldbäumen usw. Daneben berichtet er über mykologische und allgemein phytopathologische, speziell auch organisatorische Fragen. Neben seinem fachlichen Können war es ja wohl überhaupt vornehmlich seine organisatorische Befähigung, die ihm seine sehr hohe Wertschätzung in seiner Wahlheimat und seinen anerkannten Ruf in der internationalen Fachwelt verschafft hat. Zu seinen überragenden Leistungen gehört die Entwicklung der Phytopathologie in dem Dominion Service. Völlig auf sich allein gestellt, als Hilfskraft nur eine Halbtags-Sekretärin, hat er mit beispielloser Energie und Weitsicht den Pflanzenschutz und die Pflanzenschutzforschung in Kanada aufgebaut. Die Tatsache, daß aus kleinen Anfängen eine umfassende Organisation mit weit über 100 Forschungslaboratorien entstand, konnte ihm im Alter zu stolzer Genugtuung gereichen. Seine erste große spezielle Aufgabe war die Meisterung des Getreiderostproblems. Er leitete die planmäßige Berberitzenvernichtung ein und gründete das erste und bald weltbekannte Rostforschungsinstitut in Winnipeg. Gestützt auf die in diesem Institut gewonnenen wertvollen Erkenntnisse wurde schon frühzeitig und erfolgreich in Kanada mit der Züchtung auf Rostresistenz begonnen. Kanada verdankt Güssow weiterhin die Einführung und den Ausbau der Kartoffelerkennung und der Kartoffelresistenzzüchtung. Auch die Organisation des Kampfes gegen den Weymouthskiefernblasenrost ist sein Werk. In Ottawa sind die Bücherei der Central Experimental-Farm und das bekannte Herbarium von ihm geschaffen worden. Seine floristischen Neigungen veranlaßten ihn, sich energisch und mit Erfolg für die Gründung Botanischer Gärten in ganz Kanada einzusetzen, und nach seiner Pensionierung kultivierte er in seinem eigenen Garten in Victoria eine Fülle von botanischen Seltenheiten, die stets Besucher von weither anlockten.

In Anerkennung seiner großen Verdienste verlieh ihm die Queen's University 1931 den Dr. jur. h. c. 1930 war er Präsident der Canadian Phytopathological Society und 1935 Präsident der entsprechenden amerikanischen Gesellschaft. Zahlreiche wissenschaftliche Gesellschaften in Amerika und Europa ernannten ihn zum Ehrenmitgliede. Der Vereinigung für angewandte Botanik gehörte Güssow bereits seit Jahrzehnten als korrespondierendes Mitglied an, bis er 1955 zum Ehrenmitgliede gewählt wurde.

Güssow war seit seiner Londoner Zeit mit Jenny M. Hitzigrath aus Oeynhausen verheiratet. Der Ehe wurden fünf Kinder geschenkt. 12 Enkelkinder waren der Trost des seit 1958 durch den Tod seiner Frau Vereinsamten. Sein Vaterland konnte Güssow 1959 und 1960 wieder besuchen. Eine für 1962 geplante letzte Reise blieb ihm versagt.

Mit Güssow verliert die angewandte Botanik einen ihrer großen Pioniere, deren Leistungen weit über die Grenzen ihres engeren Arbeitsfeldes hinausstrahlen und unvergessen bleiben.

K. Hassebrauk

Der Aufgabenbereich der angewandten Botanik

Von

Bruno Huber

Nachdem mir unsere Vereinigung die Ehre erwiesen hat, mich zu ihrem Vorsitzenden zu wählen, habe ich versucht, mir über den Aufgabenbereich dieses Arbeitsgebietes Rechenschaft zu geben.

Angewandte Wissenschaften nennt man ganz allgemein solche, welche nicht um ihrer selbst willen, sondern im Dienste anderer, insbesondere praktischer Aufgaben betrieben werden. Ich möchte aber den Begriff nicht grundsätzlich nur auf das Praktische einengen, wie das im anglo-amerikanischen Schrifttum in der Gleichsetzung, ja womöglich Bevorzugung der Bezeichnung „ökonomisch“ (economic) statt angewandt (applied) zum Ausdruck kommt, sondern beispielsweise die Jahrringchronologie trotz ihrer vorwiegend ideologischen Bedeutung gleichfalls zur angewandten Botanik rechnen.

Nicht sich selbst, sondern anderen zu dienen, steht in einer Welt und Zeit, welche Individuen und Nationen mit dem Anspruch, nicht länger Diener sondern Herren zu sein, schmeichelt, nicht sehr hoch im Kurs. Nur die höchsten Staatsbeamten fürchten nicht um ihre Würde, wenn sie sich Minister, Ministerialräte u. dgl. heißen, und auch der Papst kann ohne Einbuße seinen vielen anderen Titeln den eines Servus servorum (Knecht aller Knechte) anfügen. Daß auch der englische Adelstitel „Knight“ ursprünglich Knecht heißt, kommt den meisten gar nicht mehr zum Bewußtsein. Heute aber fürchtet mancher für seine Laufbahn, wenn er sich der angewandten Wissenschaft verschreibt. Trotzdem ist es allen Einsichtigen längst klar, daß nicht nur in der Krankenpflege, sondern auch auf vielen anderen Gebieten, die menschliche Gesellschaft auf die Hilfsbereitschaft Dienstwilliger angewiesen ist und daß solche heute vielleicht mehr als andere Anerkennung statt Diffamierung verdienen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Max-Planck-Gesellschaft haben jedenfalls den angewandten Wissenschaften stets besondere Pflege angedeihen lassen.

Wenden wir uns nun wieder im besonderen der angewandten Botanik zu, so möchte ich nicht so weit wie manche gehen, jede Beschäftigung mit pflanzlichen Nutzungen, also Land- und Forstwirtschaft, Gärtnerei und nicht zuletzt Weinbau, ja womöglich auch noch alle Gärungsgewerbe — vielfach freilich nur im Scherz — als angewandte Botanik zu bezeichnen. Die Betonung liegt nach wie vor auf Botanik. Wir wollen demnach unter angewandter Botanik jene Teile der Pflanzenkunde verstehen, die im Interesse nichtbotanischer Aufgaben betrieben werden.

Aus dieser Definition ergibt sich sofort, daß sich die angewandte Botanik in die gleichen Teilgebiete gliedert wie die reine Botanik, denn jedes

Teilgebiet kann im Dienste angewandter Aufgaben betrieben werden. Es gibt also eine angewandte spezielle Botanik und eine angewandte allgemeine Botanik, in dieser wiederum eine angewandte Anatomie und eine angewandte Physiologie mit ihren Teilgebieten (angewandter Ernährungslehre, angewandter Wachstumslehre, angewandter Fortpflanzungs- und Vererbungslehre). Diese ganze Gliederung wiederholt sich aber nochmals, wenn wir an Stelle der gesunden die kranke Pflanze untersuchen: Es gibt eine spezielle und eine allgemeine Pflanzenpathologie, eine pathologische Anatomie und eine pathologische Physiologie usw. Erst quer zu diesem Haupt-Einteilungsprinzip würde ich als zweite Dimension eine Einteilung nach den Anwendungsbereichen vornehmen, wobei wir als ältesten die Heilpflanzenkunde voranstellen, so daß wir etwa zu folgendem Flächenschema kommen:

Einteilung der angewandten Botanik

		Anwendungsbereiche				
		Phar- mazie	Land- wirtschaft	Gärtnerei	Forst- wirtschaft	Sonstiges
Teildisziplinen	A. Spezielle Botanik					
	1. Formen- kenntnis einschl. Nomenkla- tur	bes. Heil- pflanzen	z.B. Gräser	Zier- und Nutz- pflanzen	z. B. Dendrologie Waldmoose	
	2. Sozio- logie		z. B. Un- krautgesell- schaften		Waldgesell- schaften	
	B. Allge- meine Botanik					
	1. An- atomie	Drogen- kunde (Pharma- kognosie)	z. B. Heu- Analysen		Holz- und Rinden- anatomie	Jahrring- Chronologie und -Klima- tologie
	2. Physio- logie					
	Ernährung	Bio- chemie der Wirk- stoffe	Düngerlehre		Wald- ernährungs- lehre (Laatsch)	Wirkstoff- lehre (Wuchsstof- fe, Antibio- tika, Herbi- cide)
	Wachstum		Produk- tionslehre		Ertrags- kunde	
	Fortpflan- zung		← Züchtung →			
	C. Patho- logie	Unterteilung ähnlich wie bei A. und B.				

Die Gliederung nach Anwendungsgebieten möchte ich deswegen nur als zweites Einteilungsprinzip vorschlagen, weil mir die methodischen Gemeinsamkeiten der einzelnen botanischen Disziplinen über die Trennung der Anwendungsbereiche zu überwiegen scheinen: Die seit alters als Züchtung bezeichnete angewandte Vererbungslehre bedient sich trotz objektbedingter Abwandlungen naturgemäß im Grunde überall der gleichen Naturgesetze, hinter der die Unterschiede zwischen gärtnerischer, landwirtschaftlicher, forstlicher Pflanzenzüchtung und Heilpflanzenzüchtung in den Hintergrund treten. Ebenso sind wohl alle Anwendungsgebiete gleichermaßen an einer internationalen Stabilisierung der Nomenklatur unserer Kulturpflanzen interessiert, wie sie nach den Beschlüssen des letzten internationalen botanischen Kongresses in Montreal in Aussicht steht. Auch dem systematischen Anatomen wird es unbeschadet der Entwicklung von Spezialgebieten nicht allzu viel ausmachen, ob er im Mikroskop eine Droge, eine Heuprobe oder Holz bestimmen soll. Ähnliches gilt vom Pflanzenarzt, dem Pathologen.

Von den im obigen Schema dargestellten Gebieten haben einige wegen ihrer überragenden wirtschaftlichen Bedeutung eine so intensive Entfaltung erfahren, daß sie als selbständige Lehr- und Forschungsgebiete dem Schoß der angewandten Botanik entwachsen sind. Das gilt von der landwirtschaftlichen und forstlichen Produktionslehre (dem Acker- und Waldbau einschließlich Agrikulturchemie, insbesondere der Düngerlehre) und der Züchtungsforschung, bis zu einem gewissen Grade auch der Pflanzenpathologie. Sie haben sich auch ein selbständiges Zeitschriftenwesen geschaffen, mit dem die Zeitschrift unserer Vereinigung nicht in Wettbewerb zu treten braucht. Wir sind stolz auf diese erwachsenen Töchter und rechnen sie weiter zu unserer Familie, auch wenn sie unserer Fürsorge kaum mehr bedürfen. Es bleibt genug, wenn wir uns, dem jeweiligen Bedürfnis dienend, der Entwicklung bisher weniger erschlossener Teilgebiete annehmen.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Universität Göttingen

Untersuchungen über die Verwendung von Gewächshäusern mit Bienen bei der Rotkleezüchtung¹⁾

Von

Alexander Micke

Bei der Züchtung fremdbefruchtender Kleearten stellt der Übergang von der aus einer Population ausgelesenen Einzelpflanze zu einem Vermehrungsbestand von wenigstens 0,5 ha immer ein gewisses Problem dar. Bekanntlich ist die räumliche Isolierung im Freiland für kleine Parzellen sehr aufwendig, da die Abstände um so größer gewählt werden müssen, je kleiner die Vermehrungsfläche der einzelnen Zuchtnummern ist. Aus diesem Grunde ist es seit langem das Bestreben, durch Klonung, mehrjährigen Anbau und den Einsatz von befruchtenden Insekten eine möglichst hohe Samenvermehrungsrate zu erreichen und dadurch das kritische Stadium rasch zu überbrücken. Der Einsatz von Insekten ist dabei in der Regel an die Verwendung von Isolierkäfigen gebunden. Williams hat für diesen Zweck auch Gewächshauskabinen vorgeschlagen und mit Erfolg verwendet (4).

In Zusammenhang mit den im hiesigen Institut laufenden Arbeiten zur Schaffung einer an die Bienenbefruchtung angepaßten Rotkleeorte (vgl. Scheibe u. Mitarb. 2, 3) schien es uns interessant nachzuprüfen, ob die Verwendung von Isoliergewächshäusern mit Bienen bei diesen Arbeiten möglich und erfolgversprechend sei. Dabei war sowohl an die Durchführung von Kreuzungen als auch an die Vermehrung von Zuchtstämmen gedacht. Für die Untersuchungen standen ab Juni 1960 30 Isolierzellen mit je einem kleinen Bienenvolk zur Verfügung²⁾.

Diese hohe Zahl von Bienenvölkern schien uns eine wichtige Voraussetzung zur Erzielung allgemeingültiger Ergebnisse zu sein. Auf der anderen Seite konnte jedoch auch nur solches Rotklee material verwendet werden, bei dem der Befruchtungserfolg unter den verschiedenen Versuchsbedingungen wirklich miteinander vergleichbar war. Dies um so mehr, als die räumliche Beschränkung in den Befruchtungskabinen nur die Prüfung einer begrenzten Zahl von Pflanzen gestattete.

Es wurden daher aus dem eigenen Zuchtmaterial im Sommer 1959 16 Pflanzen mit verschiedenen Blütenröhrenlängen zwischen 6,5 und 9,5 mm ausgewählt und mit Hilfe der von Neddenriep (1) entwickelten Methode der Stecklingsbewurzelung verklont. Im Laufe des Winters wurden je Klon etwa 15–20 Stecklinge in Blumentöpfen im Gewächshaus herangezogen.

¹⁾ Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Scheibe, zum 60. Geburtstage gewidmet.

²⁾ Der Fa. van Waveren & de Bree, Bunsdorf bei Göttingen, war zu dem vorerwähnten Stellen für die Erlaubnis zur Benutzung der Zellen herzlich gedankt.

Die Isolierzellen hatten eine Grundfläche von ca. 10 oder 20 m² und dienten sowohl vor als auch während des Versuchs zur Kreuzung und Vermehrung von Zuchtmaterial verschiedener Gemüsearten. Etwa die Hälfte bestand aus abgeteilten Kammern eines einfachen Foliengewächshauses (bespannt mit „Floracella“). Die übrigen Kabinen gehörten zu einem eigens für die Besetzung mit Bienen konstruierten Glasgewächshaus (Abb. 1). Die Lüftung erfolgte durch große, mit feinschwarzem Draht- bzw. Jutegewebe bespannte Fenster. Da eine ausreichende Ernährung der Bienen durch die in den Häusern kultivierten Pflanzen nicht gewährleistet war, wurde ständig Zuckersaft zugefüttert.



Abb. 1: Glasgewächshaus mit Isolierkabinen

In diesen Zellen wurden im Jahre 1960 nacheinander 2 Befruchtungsversuche durchgeführt. Dabei wurden die Pflanzen folgendermaßen auf die Isolierzellen verteilt:

1. Versuch:

Beginn: 3. Juni 1960

Dauer: 6 Wochen

15 Folienzellen mit je 2 Pflanzen

9 Glaszellen mit je 2 Pflanzen

3 Glaszellen mit je 4 Pflanzen

1 Glaszelle mit 8 Pflanzen

Kontrolle: 31 Pflanzen in Blumentöpfen im Zuchtgarten.

2. Versuch:

Beginn: 22. Juli 1960

Dauer: 4 Wochen

16 Folienzellen mit je 2 Pflanzen

4 Glaszellen mit je 2 Pflanzen

4 Glaszellen mit je 5 Pflanzen

3 Glaszellen mit je 8 Pflanzen

Kontrolle: 37 Pflanzen in Blumentöpfen im Zuchtgarten.

Die Pflanzen der einzelnen Klone wurden systematisch so auf die Zellen verteilt, daß möglichst vielfältige Kombinationen von Bestäubungspartnern zustande kamen. Geschwisterpflanzen befanden sich jedoch niemals in der gleichen Zelle.

Ergebnisse

Zunächst galt es festzustellen, welchen Einfluß die unterschiedliche Umwelt „Freiland“ oder „Gewächshaus“ auf die Versuchspflanzen, ihre Leistungsfähigkeit sowie einige speziell interessierende Merkmale ausübte. Bei der Beurteilung der entstandenen Veränderungen darf nicht übersehen werden, daß die differenzierten Umweltbedingungen lediglich 4 oder 6 Wochen auf die Pflanzen eingewirkt haben: während der Anzucht und der Nachreife standen alle Pflanzen im Gewächshaus. Abbildung 2 zeigt in der Gegenüberstellung von 2 Pflanzen des gleichen Klons die typischen Wuchstypveränderungen durch Gewächshauskultur. Die ermittelten Daten sind als Durchschnittswerte beider Versuche und aller Klone in Tabelle 1 zusammengefaßt.



Abb. 2. Unterschiedliches Wachstum des gleichen Klons bei Freiland- und bei Gewächshauskultur
(links Freiland, rechts Gewächshaus)

Tabelle 1. Der Einfluß unterschiedlicher Umweltbedingungen auf die Versuchspflanzen (Durchschnittswerte der Klone, in Klammern der Schwankungsbereich)

	Freiland	Gewächshaus
Grünmasse pro Pfl. in g	36,2 (22,3—43,0)	41,5 (32,2—52,6)
Stengelzahl	15,9 (9,2—20,3)	15,0 (10,1—17,2)
Anzahl der Blütenköpfchen pro Pfl.	19,0 (7,8—27,9)	19,9 (10,1—33,0)
Blüten pro Köpfchen	79,2 (61—114)	78,6 (63—104)
Röhrenlänge in mm	8,0 (6,8—9,8)	8,3 (6,9—10,1)

Das in Abb. 2 erkennbare stärkere Längenwachstum erklärt die aus Tabelle 1 zu entnehmende höhere Grünmasseleistung der Gewächshauspflanzen. Die Freilandpflanzen zeigten andererseits eine geringe Erhöhung der Stengelzahl, die jedoch nicht mit einer Vermehrung der Blütenköpfchen verbunden war. Die Zahl der Blüten pro Köpfchen erwies sich als sehr wenig modifizierbar und war recht typisch für den jeweiligen Klon. Hingegen zeigte die Blütenkronenröhre eine gewisse Tendenz zur Verlängerung unter dem Einfluß der Gewächshauskultur. Diese Tendenz war im vorliegenden Falle durch die kurze Versuchsdauer zwar relativ wenig ausgeprägt, wurde von uns jedoch auch in anderen Versuchen bereits beobachtet (M i c k e, unveröffentl.).

Die Ermittlung des Samenansatzes war der Hauptzweck der Untersuchungen. Nach völliger Reife der während des Versuchs abgeblühten Köpfchen wurden diese pflanzenweise geerntet und ausgerieben. Die gereinigten Samen wurden gezählt und gewogen, anschließend wurden das Tausendkorngewicht und die Samenzahl pro Köpfchen errechnet. Die an rund 50 Köpfchen von jedem Klon ermittelte „Blütenzahl pro Köpfchen“ diente schließlich als Grundlage für die Berechnung des „Samenansatzes pro 100 Blüten“. Diesen Wert betrachten wir als das einzig zulässige Kriterium bei der Beurteilung des Befruchtungserfolges.

Die Auswertung ergab, daß dieser Samenansatz von der Zahl der in einer Befruchtungskabine aufgestellten Rotkleepflanzen außerordentlich abhängig ist (Tabelle 2). Es genügen jedoch bereits 5 Bestäubungspartner, um einen den Freilandverhältnissen entsprechenden Ansatz zu erzielen.

Tabelle 2. Der Einfluß der Anzahl vorhandener Bestäubungspartner auf den Samenansatz

	Anzahl der Bestäubungspartner			Freilandpflanzen
	2	4	5-9	
Samen pro 100 Blüten	24,5	36,8	56,6	52,4

Das Tausendkorngewicht war mit 2.02 g bei den Gewächshauspflanzen gegenüber 1.72 g bei Freilandbedingungen deutlich erhöht.

Der Samenansatz der verschiedenen Klone war sehr unterschiedlich. Eine übereinstimmende Tendenz zwischen dem Ansatz unter Freilandbedingungen und der Höhe des Ansatzes im Gewächshause bei Bienenbefruchtung war nicht gegeben. Aber auch eine Korrelation zwischen dem Samenansatz und der Länge der Blütenkronenröhre war nicht feststellbar. Ein Vergleich des Samenansatzes zwischen 6 Klonen von langröhrigen und 6 Klonen von kurzröhrigen Mutterpflanzen ergab keine merkbaren Unterschiede (Tab. 3).

Dieses Ergebnis dürfte seine Begründung darin haben, daß die Bienen bei der hier vorhandenen geringen Zahl von Rotkleepflanzen und der gleichzeitig erfolgenden Zufütterung von Zucker hauptsächlich als Pollensammlerinnen auftraten. In diesem Fall ist freilich nicht zu erwarten, daß sie zwischen kurzröhrigen und langröhrigen Pflanzen unterscheiden.

Tabelle 3. Vergleich des Samenansatzes von Klonen mit kürzerer und mit längerer Blütenröhre (je 6 Klone)

		Röhrenlänge der Mutterpflanze	
		unter 7,5 mm	über 8,5 mm
Samenansatz pro 100 Blüten	Freiland- pflanzen	53,6 %	55,8 %
	Gewächshaus- pflanzen („7-9 Pfl.“)	56,9 %	55,5 %

Diese Feststellung ist insofern bedeutungsvoll, als es demnach nicht möglich ist, die Honigbiene zur Selektion von kurzröhrigen oder nektarreichen Pflanzen aus einem relativ begrenzten Rotkleebestand heranzuziehen.

Andererseits machen die Befunde deutlich, daß die Bienenbestäubung in Isolierhäusern bei Vorhandensein von genügend Bestäubungspartnern einen der freien Insektenbestäubung entsprechenden ja sogar leicht überlegenen Samenertrag und gleichzeitig eine bessere Saatgutqualität zu bringen vermag. Bei Belegung mit nur 2 Rotkleepflanzen wird der Ansatz zwar auf die Hälfte vermindert, doch genügt dies z. B. für Kreuzungen völlig, da man ja alle Köpfchen der beiden Kreuzungspartner ernten kann. Nicht übersehen werden sollte in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit der Arbeitersparnis. Die bei Kreuzungen heterozygoter Fremdbefruchter erwünschte, aber oft nur schwer erreichbare große Zahl von Bestäubungen kann mit Hilfe von Bienen ohne große Mühe erreicht werden.

Der relativ hohe Aufwand bei der Erstellung von Befruchtungshäusern und der Beschaffung der Bienen dürfte dort gerechtfertigt sein, wo verschiedene Kulturarten nebeneinander gezüchtet werden oder eine zusätzliche gärtnerische Ausnutzung der Gewächshäuser möglich und lohnend ist.

Literatur

1. Neddenriep, K. J., Methoden der vegetativen Vermehrung bei kleeartigen Futterpflanzen. D. L. G., Vorträge für Pflanzenzüchter 1, 44—51, 1958.
2. Scheibe, A., und A. Bruns, Eine kurzröhrige, weißblühende Mutante bei *Trifolium pratense* nach Röntgenbestrahlung. Angew. Bot. 27, 70—74, 1953.
3. Scheibe, A., und A. Bruns-Neitzert, Das genetische Verhalten einer kurzröhrigen Mutante von *Trifolium pratense*. Züchter 26, 153—155, 1956.
4. Williams, R. D., Methods and technique of breeding red clover, white clover and lucerne. Imp. Bur. Plant Genetics, Herb. Pl. Bull. 3, 46—76, 1931.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Universität Göttingen

Untersuchungen über den günstigsten Zeitpunkt der Samenernte beim weißen Steinklee¹⁾

Von

Günter Hülsmann und Alexander Micke

Die Saatgutvermehrung von Steinklee gelingt wegen des außerordentlichen Blühreichtums und der hohen Fertilität in der Regel gut. Befruchtungsschwierigkeiten wie bei anderen Kleearten liegen jedenfalls nicht vor, da *Melilotus albus* an die Befruchtung durch Bienen angepaßt und außerdem in hohem Maße Selbstbefruchtung möglich ist.

Die Blühdauer ist jedoch recht ausgedehnt. Die Blüten eines einzelnen Blütenstandes blühen sukzessiv von unten nach oben auf, das Abblühen dauert etwa eine Woche. Die Blütezeit eines Steinkleebestandes beträgt bis zu drei Monaten (wobei beträchtliche Unterschiede sowohl zwischen verschiedenen Genotypen, als auch zwischen der Blüte im ersten und im zweiten Jahr bestehen). Dementsprechend erstreckt sich auch die Abreife der Samen über einen Zeitraum von mehreren Wochen. Damit ist die Gefahr von hohen Samenverlusten gegeben, da ein Teil der Hülsen bereits die Totreife erreicht hat, bevor die Blüte der gesamten Pflanze beendet ist. Diese Gefahr ist beim Steinklee zudem besonders hoch, weil die Blütenstände aufgelockert sind und die Hülsen nicht in einem Köpfchen vereinigt stehen. Formen mit festem Hülsensitz konnten bisher nicht gefunden werden.

Deshalb war die Frage zu klären, in welchem Stadium der Blüte bzw. Reife ein Maximum an reifen Hülsen und ein Minimum an Verlusten zusammentreffen, d. h. wann der optimale Erntezeitpunkt für eine Samenvermehrung gegeben ist.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde ein Vermehrungsbestand eines auf Massenwüchsigkeit selektierten, cumarinhaltigen Zuchtstammes (St. 500) herangezogen. Zur Erzielung einer hohen Vermehrungsquote war dieser Bestand nicht gedrillt, sondern mit einer Standweite von 50×100 cm ausgepflanzt worden. Die Ernte wurde daher nicht parzellenweise, sondern pflanzenweise vorgenommen. Die Erntetermine wurden auf Grund der Reife-Entwicklung ausgewählt und folgendermaßen festgelegt:

1. 27. August: Etwa die Hälfte der Samen einer Pflanze reif.
2. 6. September: Etwa $\frac{2}{3}$ der Samen einer Pflanze reif.
3. 15. September: Alle Samen einer Pflanze totreif.

¹⁾ Herrn Prof. Dr. Arnold Scheibe zu seinem 60. Geburtstage gewidmet.

Zu jedem Termin wurden aus dem Bestand 20×5 Pflanzen geerntet. Diese Stichproben zu je 5 Pflanzen wurden getrennt mit der Parzellendreschmaschine gedroschen, das Druschgut einer einfachen Windreinigung unterworfen und der Ertrag an Rohware festgestellt. Anschließend wurden alle Proben im Kleereiber enthülst, mit einer kombinierten Wind- und Siebreinigung gereinigt und der Ertrag an reinem Saatgut ermittelt. Schließlich wurde von jeder Probe eine Tausendkorngewichts-Bestimmung und eine Keimprüfung durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die aufgeführten Zahlenwerte stellen die Mittelwerte der 20 Wiederholungen dar.

Im Einzelnen ergibt sich folgendes:

1. Der Ertrag an Rohware ist beim frühen Erntetermin am höchsten. Dieses Ergebnis weist darauf hin, daß bereits sehr frühzeitig Verluste durch Hülsenabfall eintreten.
2. Der Ertrag an gereinigtem Samen liegt beim mittleren Erntetermin am höchsten. Der Unterschied zum Ertrag an Rohware beruht darauf, daß bei einer scharfen kombinierten Wind- und Siebreinigung unreife Hülsen und Samen abgetrennt werden. Deren Anteil liegt naturgemäß beim frühen Erntetermin höher als bei den beiden späteren.
3. Das Tausendkorngewicht der gereinigten Saat zeigt zu den 3 Ernteterminen nur geringe Differenzen, die eine Verringerung bei späterem Erntetermin andeuten. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß die Leistungsfähigkeit der Pflanze infolge Erschöpfung nachläßt. In gleicher Richtung liegen eigene Beobachtungen bei verschiedenen Stämmen, daß bei erstjähriger Blüte größere Samen gebildet werden, als bei der in der Regel sehr viel üppigeren Blüte im zweiten Jahr.
4. Die Keimfähigkeit ist bei den Samen der beiden früheren Erntetermine nahezu gleich, zeigt jedoch einen merklichen Abfall beim dritten Erntetermin. Dies dürfte nicht mit einer erhöhten Hart-schaligkeit zusammenhängen, da die harten Samen voll zu den keimfähigen gerechnet wurden. Vielmehr dürfte sich in dieser Zahl ein gewisser Auswuchs bemerkbar machen, der im Herbst gelegentlich in geschlossenen Beständen auftritt.
5. Bei Berücksichtigung der Keimfähigkeit ergeben sich hinsichtlich der Samenerträge zwischen den drei Ernteterminen weitere, recht beträchtliche Differenzen. Der Ertrag an keimfähigen Samen schwankt zwischen 323 und 242 g pro Erntennummer. Berücksichtigung des Tausendkorngewichtes und Umrechnung auf Samenzahl pro Pflanze ergibt folgendes Bild:

Später Termin	22 200 Samen pro Pflanze
Früher Termin	28 100 Samen pro Pflanze
Mittlerer Termin	29 200 Samen pro Pflanze.

Obwohl sich aus den Ergebnissen nicht ohne weiteres auf Hektar-Erträge schließen läßt, kann man doch entnehmen, daß sich allein durch sorgfältige Wahl des Erntezeitpunktes der an sich schon hohe Samenertrag beim weißen Steinklee um ca. 30 % steigern läßt.

Tabelle 1. Der Einfluß des Erntetermins auf den Samenertrag
von weißem Steinklee
(Mittelwerte aus 20 Wiederholungen)

Ernte- termin	Rohware g	Saatgut gereinigt	Abfall %	TKG g	Keim- fähigkeit %	Keimf. Samen g
27. 8.	570	365	36,2	2,25	86,63	316,2
6. 9.	492	378	22,8	2,21	85,50	323,2
15. 9.	414	300	27,7	2,18	80,68	242,0

Vergleichende Untersuchungen an Mutanten nach Röntgenbestrahlung und Behandlung mit mutagenen Chemikalien*)

Von

V. Respondek, Kuala Lumpur

Am General Research Institute (Balai Besar Penyelidikan Pertanian) Bogor, Indonesien, wurden in den Jahren 1956–1959 Mutationsversuche bei Mais, Sojabohne, *Phaseolus*-Arten und Manihot mit Röntgenstrahlen und mutagenen Chemikalien durchgeführt. Diese Arbeiten dienten in erster Linie der praktischen Pflanzenzüchtung. Daneben sollten Röntgenstrahlen und mutagene Chemikalien auf ihre Wirksamkeit bei Mais geprüft und verglichen werden.

Material und Methode

Als Ausgangsmaterial diente die Maissorte Durum, eine in vielen Teilen Indonesiens bewährte und ausgeglichene Sorte, die stark von *Sclerospora* befallen wird. Im Mai 1957 wurden lufttrockene Samen mit einem medizinisch-therapeutischen Röntgenapparat bestrahlt. Die Dosis von 20 Kr mußte aus technischen Gründen in mehreren Raten appliziert werden. Daten des Gerätes: Mueller, Hamburg; Type RT 200. 160 KW 10 mA, 30 cm Fokusabstand, 0,5 Cu-Filter.

In dem für die Behandlung mit mutagenen Chemikalien angelegten Maisfeld wurden im Dezember 1956 je 100 Pflanzen kurz vor Beginn der (mikroskopisch festgestellten) Meiosis mit verdünnten Lösungen mutagener Chemikalien ($n/500 \text{ AlCl}_3$, $n/200 \text{ KCL}$, $n/100 \text{ Aethylurethan}$ und $n/20 \text{ Glycol}$) nach der von Oehlkers angegebenen und von anderen Autoren angewandten Spalthälftenmethoden behandelt (4, 5, 6). Alle behandelten Pflanzen wurden geselbstet. Im Mai 1957 wurden nach der üblichen Anbaumethode die bestrahlten und die von behandelten Pflanzen geernteten Samen ausgepflanzt.

Bei der Bonitur wurde folgendermaßen verfahren: Die in der Literatur beschriebenen und abgebildeten Maismutanten (1) wurden in vergrößerter Form abgezeichnet. Von den 86 angefertigten Zeichnungen wurden jeder Hilfskraft 5 zugeteilt. Die Hilfskräfte durchsuchten den Bestand in regelmäßigen Abständen nach vergleichbaren Pflanzen. Gefundene Pflanzen wurden markiert und bonitiert.

Beobachtungen an der bestrahlten und behandelten Generation

Der Aufgang erfolgte in allen Versuchsgliedern zögernd und ungleichmäßig. Während die Kontrolle nach 5 Tagen bereits vollständig auf-

*) Herrn Professor Dr. A. Scheibe zu seinem 60. Geburtstage gewidmet.

gelaufen war, erschienen bei den bestrahlten und behandelten Samen noch nach 14 Tagen vereinzelte Keimlinge. Bis zum 3. Folgeblatt ging noch ein Teil der Pflanzen ein, die starke Chlorophylldefekte aufwiesen. Den Verlauf der Vegetation, ausgedrückt in der Anzahl der vitalen Pflanzen zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1. Vegetationsverlauf, ausgedrückt in den Zahlen der vitalen Pflanzen der Bestrahlungs- und Behandlungsgeneration

	Kon- trolle		Röntgen		n/500 AlCl ₃		n/200 KCl		n/100 Aethyl- urethan		n/20 Glycol	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Gepfl. Kornzahl	200	100	2000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100
Gekeimt	192	96	1120	56	760	76	810	81	780	78	805	80,5
Ausz.												
3. Folgeblatt	191	96	900	45	520	52	620	62	596	59,6	728	72,8
Ausz.												
6. Folgeblatt	188	94	764	38	510	51	590	59	534	53,4	683	68,3
Ausz.												
bei Blühbeginn	188	94	698	34,9	456	45,6	575	57,7	496	49,6	613	61,3
Ausz.												
bei der Ernte	188	94	624	31,2	450	45,0	523	52,3	420	42,0	576	57,6

Während der weiteren Vegetation traten mannigfache Schädigungen an den verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen auf. Eine Abhängigkeit der Schädigung von der Art der verwendeten Chemikalien ließ sich weder qualitativ noch quantitativ feststellen. Deutlich stärkere Effekte zeigten Pflanzen nach Röntgenbestrahlung.

Beobachtungen an der Auslesegeneration (X₂ und C₂)

Alle Pflanzen der Bestrahlungs- und Behandlungsgeneration wurden geselbstet. Besonders sorgfältig behandelte man solche Pflanzen, die deutliche Schäden aufwiesen. Insgesamt wurden aus dem Bestand aussortiert: 228 Einzelpflanzen aus der Bestrahlungsgeneration

208 Einzelpflanzen aus der AlCl₃-Generation

174 Einzelpflanzen aus der KCl-Generation

192 Einzelpflanzen aus der Glycol-Generation

200 Einzelpflanzen aus der Aethylurethan-Generation.

Von diesen Einzelpflanzen wurden max. 20 Samen in der für Mais üblichen Weise als Einzelpflanzennachkommen gepflanzt. Das restliche Saatgut wurde als Ramsch angebaut und während der ganzen Vegetation nach Mutanten durchsucht.

Beobachtungen im Keimstadium.

Gegenüber der Kontrolle war auch hier der Aufgang der X₂ u. C₂ verzögert. In den meisten Fällen waren ganze Einzelpflanzennachkommen durch zögernde Keimung gekennzeichnet. Zwischen den bestrahl-

ten und den mit Chemikalien behandelten Pflanzen konnten keine gesicherten Unterschiede festgestellt werden.

Letale Chlorophylldefekte traten bei den Röntgenpflanzen und AlCl_3 -Pflanzen am stärksten auf. Auszählungen bei den anderen Versuchsgliedern ergaben keine gesicherten Unterschiede. Den Verlauf der Vegetation, ebenfalls ausgedrückt in der Anzahl der vitalen Pflanzen, gibt Tabelle 2 wieder.

Tabelle 2. Vegetationsverlauf, ausgedrückt in den Zahlen der vitalen Pflanzen der Auslesegeneration (X_2 und C_2)

	Kontrolle		Röntgen		AlCl_3 n/500		KCl n/200		n/100 Aethylurethan		n/20 Glycol	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Gepfl. Kornzahl	100	100	4560	100	4160	100	4000	100	3480	100	3840	100
Gekeimt	94	94	4241	93,0	3994	93,0	3641	91,0	3243	93,2	3650	95,0
Ausz.												
3. Folgeblatt	92	92	3280	72,0	3493	83,9	3200	80,0	2821	81,0	3281	85,4
Ausz.												
6. Folgeblatt	92	92	3103	68,0	2960	71,1	3001	75,0	2513	72,2	2773	72,2
Ausz.												
bei Blühbeginn	90	90	2715	59,5	2611	62,7	2723	68,1	2370	68,1	2731	71,1
Ausz.												
bei Ernte	90	90	2513	55,1	2585	62,1	2604	65,1	2304	66,2	2690	70,0

Der Bestand der Auslesegeneration wurde vom Jugendstadium an sorgfältig beobachtet, die vermutlichen Mutanten markiert und dann nach bestimmten Merkmalen klassifiziert. Alle beschriebenen Mutanten sind bestätigt. Pflanzen, die sich nicht in dieses Schema einordnen ließen, aber mit Sicherheit zu den Mutanten gerechnet werden konnten, wurden als Ramsch weiter angebaut.

Besprechung der Ergebnisse

Die Anwendung von Röntgenstrahlen in der Pflanzenzüchtung ist weit verbreitet. Nach Röntgenbestrahlung sind bei einigen Kulturpflanzen Mutationen aufgetreten, die heute als marktfähige Sorten bereits im Handel sind.

In einer Reihe von Arbeiten berichteten Oehlkers, Gottschalk, Deufel u. a. über Chemikalien, mit denen Mutationen bei Pflanzen ausgelöst werden können. Einige Fälle der erfolgreichen Anwendung der mutagenen Chemikalien in der praktischen Pflanzenzüchtung sind bekannt (5,6).

Die Wirksamkeit der zur Anwendung gebrachten Strahlen und Chemikalien wird an den 21 gefundenen Mutanten verglichen (Tabelle 3). Um die einzelnen Versuchsglieder (Röntgenstrahlen, AlCl_3 , KCl, Aethylurethan und Glycol) mit einander vergleichen zu können, werden die Muta-

tionsraten in Mutanten/100 X_2 — bzw. C_2 — Pflanzen ausgedrückt. Nimmt man die Mutationsrate nach Röntgenbestrahlung (2,22 ‰) als Standard an, so ergibt sich für die Mutanten, die nach Behandlung mit mutagenen Chemikalien aufgetreten sind, folgendes Bild: Die Mutationsraten nach der Behandlung mit $AlCl_3$ und Aethylurethan liegen auf der gleichen Höhe und sind nur unwesentlich niedriger als die Röntgenmutationsrate. Deutlich höher liegen die Raten für KCl (2,40 ‰ Mutanten) und Glycol (2,44 ‰). Auch bei Berücksichtigung aller nichtklassifizierten bzw. „vermutlichen Mutationen“ wird das Bild der Mutationsraten nicht verändert. Die Häufigkeit einer bestimmten Mutante aller Versuchsglieder ist aus der Tabelle 3 zu ersehen. Am zahlreichsten sind die Farbmутanten aufgetreten und zwar die Blattpanaschierungen. Es folgen in weitem Abstand die Mutanten 10 und 7. Nur etwa ein Zehntel der blattpanaschierten Mutanten erreichen die Mutanten 16, 5, und 13. In der Größenordnung 0,06-0,01 sind die übrigen 15 Mutantentypen vertreten.

Tabelle 3

Lfd. No.	Mutante No.	Beschreibung	Aufgetreten in Anzahl Versuchsglieder	M. Rate
1	14	Blattpanaschierung, gelb	5	1,122 ‰
2	10	geschlitzte Blätter	5	0,295 ‰
3	7	Zwergtyp II.	4	0,254 ‰
4	16	verknottetes u. gerolltes Blatt	5	0,150 ‰
5	5	Grastyp	5	0,130 ‰
6	13	Blattpanaschierung, weiß	5	0,105 ‰
7	4	Zick-Zack-Stamm	5	0,060 ‰
8	17	männlich steril	5	0,050 ‰
9	3	Stamm u. Blätter gewunden	4	0,045 ‰
10	11	Tiger- u. zebrafarbige Blätter	4	0,045 ‰
11	18	Anomalien d. männl. Infloresz.	5	0,040 ‰
12	8	Pflanze ohne Geotropismus	4	0,035 ‰
13	12	Braune Blattränder	4	0,035 ‰
14	20	Tasselseed II	5	0,035 ‰
15	9	Pflanze ohne Ligula	4	0,025 ‰
16	15	Luteuspflanze	3	0,025 ‰
17	19	Tasselseed I.	4	0,025 ‰
18	21	Kleinkörnigkeit	4	0,025 ‰
19	6	Zwergtyp I (gestauchte Pflanze)	3	0,020 ‰
20	2	Riesenwuchs	3	0,015 ‰
21	1	Wurzelanomalien	2	0,010 ‰

Vergleicht man die Höhe der Mutationsraten nach Röntgenbestrahlung bei den einzelnen Mutantenklassen, so zeigt sich, daß die Mutanten, die im Blattwerk manifestiert sind, die höchste Mutationsrate ergeben (1,54 ‰), wobei wiederum die Farbmутanten (1,020 ‰) am stärksten vertreten sind. Die gleichen Verhältnisse findet man bei den verwendeten Chemikalien: $AlCl_3$ -Blattmutanten 1,50 ‰, davon 0,88 ‰ Farbmутanten; KCl-Blattmutanten 1,71 ‰, davon 1,05 ‰ Farbmутanten; Aethylurethanblattmutanten 1,76 ‰, davon Farbmутanten 1,24 ‰; Glycol-Blattmutanten 1,87 ‰, davon 1,26 ‰ Farbmутanten. Die nächste Klasse,

in der die Mutanten untergebracht sind, die den Wuchs und die Ausbildung des Stammes betreffen, umfassen 6 verschiedene Merkmalsausbildungen. Die Mutationsraten sind für Röntgen $0,46\%$, für AlCl_3 $0,40\%$, für KCl $0,60\%$, für Äthylurethan $0,12\%$ und für Glycol $0,41\%$. Die höchste Rate bilden die nach KCl aufgetretenen Mutanten, während die Rate nach Äthylurethan die niedrigste ist. Bemerkenswert ist, daß in allen Versuchsreihen die Mutationsrate der generativen Teile sehr niedrig ist. Nach Röntgenbestrahlung erreicht sie nur $0,20\%$. Die anderen Versuchsglieder liegen in der Reihenfolge AlCl_3 , KCl, Äthylurethan, Glycol bei $0,14\%$, $0,12\%$, $0,14\%$ und $0,16\%$ (Tab. 4).

Tabelle 4. Mutationsraten der N_2 und C_2 nach Röntgenbestrahlung und nach Behandlung mit mutagenen Chemikalien bei Mais

No. und Bezeichnung der Mutante	Behandlungsweise				
	20 K. Röntgen	n 500 AlCl_3	n 200 KCl	n 100 Äthyl- urethan	n 20 Glycol
1 Wurzelanomalien	0,02	0,02	—	—	—
2 Gigas-Mais	0,02	0,02	—	0,02	—
3 Stamm und Blatt gewunden	0,04	0,02	0,09	—	0,05
4 Zig-zag-Stamm	0,10	0,04	0,03	0,06	0,06
5 Gras-Typ	0,10	0,16	0,09	0,16	0,25
6 Zwerg-Typ I (gestaucht)	0,04	0,02	—	0,02	—
7 Zwerg-Typ II (stammlos)	0,24	0,30	0,36	—	0,30
8 Pflanze ohne Geotropismus	0,02	—	0,12	0,02	0,03
9 Pflanze ohne Ligula	0,02	0,04	—	0,02	0,03
10 Geschlitzte Blätter	0,22	0,26	0,27	0,30	0,28
11 Tiger- u. zebrafarbige Blätter	0,02	0,02	0,08	—	0,02
12 Braune Blattländer	0,02	—	0,03	0,16	0,05
13 Blattpanaschierung, weiß	0,14	0,06	0,12	0,04	0,12
14 Blattpanaschierung, gelb	0,84	0,80	0,82	1,14	1,12
15 Luteus-Pflanze	0,02	0,02	0,06	—	—
16 Verknotetes und gerolltes Blatt	0,16	0,14	0,21	0,04	0,15
17 Männlich steril	0,06	0,02	0,03	0,06	0,06
18 Anomalien d. ♂ Infloresz.	0,04	0,04	0,03	0,02	0,06
19 Tasselseed I	0,04	0,02	—	0,02	0,02
20 Tasselseed II	0,02	0,04	0,06	0,02	0,02
21 Kleinkörnigkeit	0,04	0,02	—	0,02	0,02

Bei der Betrachtung der einzelnen Mutationstypen in den 5 verschiedenen Versuchsreihen ist festzustellen, daß 9 Typen in allen Versuchsreihen, 8 in 4 Versuchsreihen, 3 in 3 Versuchsreihen auftreten und nur 1 Mutationstyp in einer Versuchsreihe vorkommt.

Wie aus der Tabelle 5 hervorgeht, ist die größte Häufigkeit von Mutantentypen in dem Bereich 0.02–0.08 Mutanten je 100 X₂ bzw. C₂-Pflanzen zu finden. Eine Ausnahme bildet die Mutationsrate bei KCl, die kaum die Hälfte der anderen Versuchsreihen erreicht. In dem nächsten Bereich (0.09–0.016) ist die Streuung in den einzelnen Versuchsgliedern groß und ein Vergleich nicht gestattet. Im Bereich der hohen Mutationsrate 0.17 (und größer) sind die einzelnen Mutationen in gleichmäßiger Anzahl auf die einzelnen Versuchsglieder verteilt.

Tabelle 5. Die Häufigkeit der Mutanten in Abhängigkeit von der Mutationsrate

Mutante No	0,01 — 0,08					0,09 — 0,16					0,17 —				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
6	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	+	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A = Röntgenbestrahlung (20 Kr)

B = n/500 AlCl

C = n/200 KCl

D = n/100 Aethylurethan

E = n/20 Glycol

Vergleicht man die gefundenen Ergebnisse, so stellt man fest, daß Röntgenstrahlen und mutagene Chemikalien in ihrer Wirkung gleichwertig sind. Die Abweichungen liegen im Bereich der Fehlergrenze. Die Chemikalien untereinander verglichen, ergeben keine gesicherten Unterschiede. Der Vorteil der Anwendung der einen oder anderen Methode kann in den örtlichen Bedingungen liegen, wo man Röntgenbestrahlung den Chemikalien vorzuziehen hat oder umgekehrt.

Zusammenfassung

An Hand von 21 Mais-Mutanten, die nach Bestrahlung mit Röntgenstrahlen (20 Kr) bzw. nach Behandlung mit mutagenen Chemikalien (n 500 AlCl_3 , n 200 KCl, n 100 Acetylurethan und n 10 Glycol) gefunden wurden, werden beide Methoden miteinander verglichen.

Die Applikation der Röntgenstrahlen erfolgte mit einem medizinisch-therapeutischen Apparat, die Applikation der mutagenen Chemikalien wurde nach der Spalthalbmethode durchgeführt.

Die niedrigsten Mutationsraten wurden bei AlCl_3 und Acetylurethan ($2,06 \cdot 10^{-6}$ u. $2,02 \cdot 10^{-6}$), die höchsten bei Glycol und KCl ($2,44 \cdot 10^{-6}$ u. $2,42 \cdot 10^{-6}$) gefunden, verglichen mit Röntgenstrahlen.

Sowohl bei Röntgenstrahlen als auch bei Chemikalien sind die Buntmutanten am stärksten antgetreten, wobei die Farbmutanten den größten Anteil haben. Am niedrigsten ist die Mutationsrate bei den quantitativ-pflanzentypen.

Beim qualitativen und quantitativen Vergleich der Wirksamkeit der Röntgenstrahlen und der verwendeten mutagenen Chemikalien sind keine meßbaren Unterschiede festzustellen, weder bei der Mutationsrate noch im Mutationsspektrum.

Literatur

1. Deufel, J., *Chromosoma* **4**, 611 (1952).
2. Eysen, W. H., *Genetics at the end of the century*, Genetics II (1952).
3. Gottschalk, W., Der Vergleich von Röntgen- und chemisch induzierten Chromosomenmutationen im Erbsen von Samen-Versuchsaussaat, *Chromosoma* **4**, 342—358 (1951).
4. Oeblicks, F., Die Auslösung von Chromosomenmutationen in der Meiosis durch Einwirkung von Chemikalien, *Z. ind. Abst. u. Vererbungsleh.* **81** (1943).
5. Respondek, V., Chemische Mutagenese, *Zeitschrift für Naturwissenschaften* **22**, 555 (1956).
6. Scherke, A., and G. H. Scherke, Mutagenese durch Chemikalien beim Steinklee (*Melilotus albus*), *Z. Pflanzenzüchtung* **58**, 101 bis 324 (1958).

Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft, Landwirtschaftliche Forschung
Hanninghof, Dülmen/Westf. (Leiter Dr. E. Saalbach)

Blattdüngung der Kulturpflanzen*)

Von

Helmut Burghardt

I. Entwicklung der Blattdüngung

Seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ist aus Versuchen bekannt, daß die Pflanzen neben Sauerstoff, Kohlendioxyd und Wasser auch mineralische Nährstoffe nicht nur über die Wurzeln, sondern auch über die Blätter aufnehmen können. Wenn man von früheren ungenauen Überlieferungen absieht, so befassen sich die ersten Berichte über Blattdüngungsversuche jedoch im wesentlichen mit der oberirdischen Behandlung eisenmangelkranker Pflanzen (Gris, 1844, Sachs, 1888, Molisch, 1892, Johnson, 1916). Versuche zur ausschließlichen Versorgung von Kulturpflanzen mit den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphorsäure und Kali über die Blätter wurden nach vorausgegangenen Arbeiten von Mayer (1874) und Böhm (1877) dann mit Erfolg von Hiltner (1909, 1912) und Hiltner und Kronberger (1924) durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse blieben für die Anwendung der Methode in der Praxis aber zunächst ohne Bedeutung. Lediglich bei vereinzelt Blattspritzungen gegen Spurenelementmangelerscheinungen und bei einigen Pflanzenschutzmaßnahmen wurde bis zum Ende des 2. Weltkrieges von dieser Möglichkeit einer Nährstoffversorgung Gebrauch gemacht. Die methodischen Schwierigkeiten einer Nährstoffausbringung auf die Blätter ohne größere Verluste und einer Auswertung der Aufnahmeergebnisse unter Ausschaltung der Wurzeleistungen dürften wesentliche Gründe gewesen sein, weshalb die erforderlichen Untersuchungen des Problems lange Zeit unterblieben sind. So wurde erst während der letzten Jahre in aller Welt wieder eine intensive Bearbeitung von Blattdüngungsfragen aufgenommen und daraufhin in kurzer Zeit dieser Düngungsmethode Eingang in die Praxis verschafft. Übersichten der wesentlichsten Veröffentlichungen dieser Periode wurden von Boynton (1954), Buchner (1955), Thorne (1955), Trefftz (1956), Krzysch (1958 a), Wittwer und Teubner (1959) u. a. gegeben.

II. Aufnahmeleistungen der Blätter

Wegen der Schwierigkeit einer Unterscheidung der von den Blättern bzw. Wurzeln aufgenommenen Nährstoffanteile ließen sich bei den Untersuchungen über Blattdüngung exakte Ergebnisse erst nach Einführung und Anwendung der Isotopentechnik gewinnen. So bestätigt u. a. ein zusammenfassender Bericht über Isotopenversuche von Tukey und

*) Sammelreferate über Teilgebiete der angewandten Botanik: IV.

Mitarbeitern (1956), daß die Nährstoffe Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in der Pflanze leicht beweglich sind und sowohl bei Wurzel- als auch bei Blattoberseite nahezu gleich schnell transportiert und verwertet werden. Auch eine Pfropfstelle bildet dabei kein Hindernis. Obwohl sich die Aufnahme von Phosphorsäure gelegentlich etwas schwieriger gestaltet als die der anderen Hauptnährstoffe, wurde in bestimmten Fällen selbst eine P-Blattdüngung bis zu 95 % ausgenutzt.

Allgemein absorbieren junge, in Entwicklung befindliche Blätter die Nährstoffe besser als alte (Wittwer und Lundahl 1951), grundsätzlich sind aber alle oberirdischen Pflanzenteile zur Nährstoffaufnahme befähigt. Uneinheitlich wurde von den einzelnen Autoren dagegen lange Zeit die Frage beantwortet, ob infolge weitgehender Undurchlässigkeit der Cuticula und einer Beteiligung der Stomata eine bevorzugte Stoffaufnahme auf der Blattunterseite erfolgt. Nachdem aber von Lambertz (1954), Schumacher und Lambertz (1956), Schumacher (1957) u. a. Plasmodesmen auch in den Epidermisaußenwänden nachgewiesen wurden, kann den Stomata nicht mehr die entscheidende Bedeutung für die Stoffaufnahme zugesprochen werden. Sie sind lediglich bei kurzfristiger Nährstoffaufnahme bevorzugte Eintrittsöffnungen des Blattes. Bei Beobachtungen über längere Zeiträume läßt sich ein Ausgleich der Aufnahmeleistungen von Blattober- und -unterseite feststellen. So ergaben Untersuchungen von Cook und Boynton (1952) mit Harnstoff an Apfelblättern, daß das Verhältnis der Nährstoffaufnahme von Blattunter- und -oberseite sich von anfänglich 10,5 : 1 nach 72 Stunden auf 1,7 : 1 verminderte und daß nach 6–7 Tagen die Unterschiede vollständig ausgeglichen waren. Ähnliche Ergebnisse wie in den bereits zitierten Arbeiten konnten bei Untersuchungen zur Frage der Stoffaufnahme von Blattober- oder -unterseite auch durch Bould (1950), Volk und McAuliffe (1954) sowie Wallihan und Heymann-Herschberg (1956) erzielt werden.

Eintauchversuche mit Weizenblättern von Gaßner und Hassebrauk (1933) zur Beeinflussung der Rostanfälligkeit durch Mineral-salze haben bereits gezeigt, daß auch die xerophytischen Getreideblätter in gleicher Weise wie die Blätter von anderen Kulturpflanzen zur Nährstoffaufnahme befähigt sind. Als Stellen besonders starker Aufnahme wurden nach Angaben von Oliver (1952) die Blattscheiden des Maises ermittelt. Während nach Tukey und Mitarbeitern (1956) Dunkelheit und Zuckerzusätze die Nährstoffaufnahme hemmten, stellte Yatazawa (1954) in dem speziellen Fall der P-Versorgung eine deutliche Förderung des Aufnahmevermögens durch Zusatz verschiedener Zucker fest. In Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der Nährstoffaufnahme erzielten Tukey und Mitarbeiter (1956) bei 21° C bessere Resultate als bei 14 oder 25°. Sofern Störungen der Nährstoffversorgung auftreten, ist die Ursache eher in einer Aufnahmehemmung als in Transport- oder Anhäufungsproblemen zu suchen.

Angaben über die durch Blätter aufnehmbaren bzw. aufgenommenen Nährstoffmengen sind in den meisten Untersuchungen über eine Blattdüngung enthalten und werden im einzelnen noch zitiert (vgl. Tabellen 3.

4, 7, 8 und 9). An dieser Stelle soll eine Zusammenstellung der in Gefäßversuchen an Sonnenblumen von Kick und Hellwig (1959) erhaltenen Ergebnisse mit besonders charakteristischen Aufnahmewerten auszugsweise wiedergegeben werden (Tabelle 1). Es zeigt sich nicht nur eine sehr weitgehende Gleichwertigkeit der Nährstoffzufuhren über Blatt

Tabelle 1. Erträge und Nährstoffaufnahme von Sonnenblumen bei unterschiedlicher Nährstoffzufuhr (nach Kick und Hellwig, 1959)

Nährstoff Zufuhr	N		P		K	
	Blatt	Wurzel	Blatt	Wurzel	Blatt	Wurzel
Gesamtertrag (g Trocken- substanz/Gefäß)	44,5	46,5	112,4	112,9	104,8	112,9
Entzug (mg/Gefäß)	—	—	341	374	1000	1175
Nährstoffgehalt (%)						
Blatt	4,28	4,20	0,73	0,34	2,38	2,27
Stengel	1,26	1,11	0,24	0,31	0,61	0,73
Wurzel	1,03	1,75	0,21	0,46	0,86	1,31

oder Wurzel für alle 3 Hauptnährstoffe, sondern verständlicherweise auch jeweils die stärkere Aufnahme bei den unmittelbar behandelten Organen, d. h. bei Wurzelaufnahme haben die Wurzeln, bei Blattaufnahme die Blätter in der Regel die höheren Gehalte an allen Nährstoffen.

Die Aufnahmeleistungen von Nährstoffmangelpflanzen verbesserten sich in einem Gefäßversuch von Geissler (1955) zu Spinat durch Bepinseln der Blätter mit einer NPK-Lösung für N um 21, für P_2O_5 um 35 und für K_2O um 34 % gegenüber der unbehandelten Variante.

Die von zahlreichen Kulturpflanzen für eine Aufnahme der wichtigsten Nährstoffe über das Blatt benötigten Zeiten wurden von Wittwer und Teubner (1959) nach verschiedenen Literaturangaben zusammengestellt und sind in Tabelle 2 auszugsweise wiedergegeben.

Nach Versuchen von Bukovac und Wittwer (1957) mit radioaktiven Isotopen über die Beweglichkeit verschiedener Pflanzennährstoffe stehen Natrium und Kalium an der Spitze, gefolgt von Phosphor, Chlor, Schwefel, Zink, Kupfer, Mangan, Eisen und Molybdän in der genannten Rangordnung, während Calcium und Magnesium sich als nahezu unbeweglich in der Pflanze erwiesen.

Die Beziehungen zwischen Nährstoffaufnahme und gebotener Salzkonzentration sind bei den einzelnen Nährstoffen unterschiedlich. Nach Thorne (1954) besteht zwischen Harnstoffkonzentration und N-Aufnahme eine direkte Proportionalität:

Harnstoffkonzentration	1 %	3 %
N-Aufnahme in mg je g Trocken- substanz nach 24 Stunden	2,96	8,65

Vergleichsweise sei eine Feststellung von Geßner und Kaukal (1952) erwähnt, wonach die Phosphataufnahme der submersen Elodeaarten *E. densa* und *E. crispa* dem Diffusionsgesetz unterliegt und streng

Tabelle 2. Dauer der Nährstoffaufnahme durch die Blätter
(nach Wittwer und Teubner, 1959)

Nährstoff	Versuchspflanze	50% Aufnahmenach
Stickstoff (aus Harnstoff)	Apfel, Ananas	1—4 h
	Kaffee, Kakao, Banane, Gurke, Bohne, Tomate, Mais	1—6 h
	Sellerie, Kartoffel	12—24 h
	Zuckerrohr	24 h
	Tabak	24—36 h
Phosphor	Bohne	30 h—6 d
	Apfel	7—11 d
	Zuckerrohr	15 d
Kalium	Bohne, Kürbis, Wein	1—4 d
Schwefel	Bohne	8 d
Calcium	Bohne	4 d
Magnesium	Apfel	20 % in 1 h
Natrium	Bohne	6 h
Chlor	Bohne	1—2 d
Eisen	Bohne	8 % in 24 h
Mangan	Bohne, Sojabohne	24—48 h
Zink	Bohne	24 h
Molybdän	Bohne	4 % in 24 h

proportional der Konzentration verläuft. Kaindl (1953) beobachtete dagegen bei Untersuchungen mit P^{32} einen starken Abfall der Nährstoffaufnahme mit steigenden Konzentrationen.

Die Aufnahmeleistungen der Blätter können die der Wurzeln in bestimmten Fällen sogar wesentlich übertreffen. Nach Untersuchungen von Thorne und Watson (1956) wurden 70 % von den über das Blatt zugeführten N-Gaben in der Pflanze wiedergefunden, während der Bodendünger nur zu 40 % ausgenutzt war. Bei anderen Nährstoffen und unter den Bedingungen der Praxis sind die Ergebnisse meist weniger unterschiedlich und, wo keine Festlegungsgefahr besteht, ist die Phosphorsäure vielfach sogar als Bodendünger überlegen.

III. Wirkung der einzelnen Nährstoffe bei Zufuhr über das Blatt

Nach Angaben von Geissler (1955), Thorne (1955) u. a. sind die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphorsäure und Kali aus Einzelsalzen wie aus Volldüngern unabhängig voneinander durch das Blatt aufnehmbar, wobei allerdings in den Untersuchungen von Geissler an Spinat die Verwertung von Stickstoff besser als die von Phosphorsäure und Kali war. Bei einem Vergleich von Mehrnährstoffblattdüngung mit einer Einzelspritzung der Nährstoffe bei Hafer stellten von Boguslawski und Vömel (1957) dagegen fest, daß Phosphorsäure

und Kali besser als Stickstoff aufgenommen wurden. Die Nährstoffaufnahme entsprach nicht genau dem gebotenen Nährstoffverhältnis, aber die einzelnen Nährstoffe beeinflussten sich gegenseitig nicht. Eine Düngung mit Einzelnährstoffen hat nach Geissler (1959) den Vorzug, bei dem beschränkten, zur Verfügung stehenden Konzentrationsbereich gezieltere Wirkungen zu ermöglichen.

Ebensowenig wie über die Aufnahmeleistungen lassen sich generell Angaben machen, in welcher Form die Nährstoffe am besten für eine Blattdüngung geeignet sind, da die Verhältnisse mit den einzelnen Pflanzenarten und entsprechend den sonstigen Bedingungen wechseln. Es sollen deshalb im folgenden die Wirkungen der einzelnen Nährstoffe bei Blattdüngung nach Elementen und Versuchsobjekten getrennt betrachtet werden.

Stickstoff

Kr z y s c h (1958 b) hat den Einfluß von 6 verschiedenen N-Formen bei Blattdüngung von Hafer unter vergleichbaren Bedingungen (15 bis 20 Spritzungen mit 0,25 %igen Lösungen) geprüft und die Auswirkungen auf Korn- und Strohserträge, Proteingehalte, Nährstoffgehalte und -ausnutzung festgestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3. Die Wirkung einer Blattdüngung mit verschiedenen N-Verbindungen bei Hafer (nach Krzysch, 1958 b)

N-Form	Erträge			Rohpro- tein %	N-Gehalt im Korn mg	N-Aus- nutzung %
	Korn	Stroh	Gesamt			
unbehandelt	100(=29,9g)	100(=29,0g)	100(=58,9g)	11,8	561	—
CO(NH ₂) ₂	114	121	118	13,2	715	30,7
(NH ₄) ₂ SO ₄	95	116	105	12,5	562	0,0
NH ₄ Cl	91	115	103	12,9	560	0,0
NH ₄ NO ₃	124	128	126	12,5	737	35,2
NaNO ₃	108	130	119	13,0	680	23,8
KNO ₃	122	130	126	13,1	756	40,7

Von den zur Spritzung angewandten Stickstoffsalzen führten Kaliumnitrat, Ammoniumnitrat und Harnstoff zu den wesentlichsten Ertragssteigerungen, die allerdings mit Reifeverzögerungen gegenüber der Kontrolle verbunden waren. Bei Verwendung von Natriumnitrat zeigten sich ein ungünstigeres Korn-Stroh-Verhältnis und eine geringere N-Ausnutzung. Die übrigen Verbindungen verursachten Blattverbrennungen und zum Teil auch Ertragsdepressionen. Diese Verhältnisse gelten in gleicher Weise auch bei geringerer N-Versorgung des Bodens, als sie in den hier zitierten Untersuchungen vorlag.

In ergänzenden Versuchen mit Kartoffeln wirkten ebenfalls Kaliumnitrat und Ammoniumnitrat am besten, allerdings zeigte sich eine stärkere Abhängigkeit von der N-Versorgung des Bodens. Th o r n e (1955) berichtet dagegen, daß Calciumnitrat und Ammoniumsulfat von Zucker-

rüben gleich gut wie Harnstoff aufgenommen wurden. Nach den Untersuchungen von Hamilton und Mitarbeitern (1943) an Apfelbäumen waren Ammonium- und Nitratverbindungen dem Harnstoff unterlegen.

Die letztgenannten Autoren befaßten sich auch mit den möglichen Schädigungen, die bei Anwendung 0,5 %iger Lösungen verschiedener Salze entstehen können. Harnstoff und Ammoniumsulfat verursachten bei Apfelbäumen keine Blattverbrennungen. In der Reihenfolge Kaliumnitrat, synthetisches Natriumnitrat, Chilesalpeter nahmen die Schäden zu. Auch nach zahlreichen anderen diesbezüglichen Angaben erwies sich Harnstoff zu den verschiedensten Kulturen als geeignetste N-Verbindung. Dagegen verursachten in Übereinstimmung mit den Angaben von Trefftz (1956) Ammoniumsulfat und Ammoniumchlorid sowohl bei Hafer als auch bei Kartoffeln in vergleichbaren Konzentrationen die stärksten Beschädigungen der Blätter. Die Schadensbilder waren unterschiedlicher Natur. Durch Nitrate entstanden Verfärbungen und Nekrosen an Blattspitzen und -rändern, Ammoniumverbindungen verursachten chlorotische Erscheinungen an der gesamten Blattfläche sowie deren Einrollen. Nach Angaben von Foy und Mitarbeitern (1953) sind Blattverbrennungen u. a. auf die Entstehung von Zwischenprodukten des Ammoniakstoffwechsels zurückzuführen.

Phosphor

Von Krzysch (1958 b) wurden bei Hafer 7 verschiedene P-Salze in 16 Spritzungen mit 0,35 %igen Lösungen auf ihre Wirksamkeit überprüft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind aus der Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4. Die Wirkung einer Blattdüngung mit verschiedenen P-Verbindungen bei Hafer (nach Krzysch, 1958 b)

P-Form	Erträge			Rohprotein %	P ₂ O ₅ -Gehalt im Korn mg	P ₂ O ₅ -Ausnutzung %
	Korn	Stroh	Gesamt			
Ca (H ₂ PO ₄) ₂ zum Boden	100(-34,3g)	100(-41,8g)	100(-76,1g)	13,2	243	33,7
NH ₄ H ₂ PO ₄	113	114	113	14,1	269	39,5
(NH ₄) ₂ HPO ₄	110	106	107	14,4	262	37,8
KH ₂ PO ₄	111	100	105	13,4	257	37,0
K ₂ HPO ₄	104	105	105	14,3	239	32,9
K ₃ PO ₄	107	104	105	13,7	215	27,6
Mg(H ₂ PO ₄) ₂	118	115	116	12,9	257	36,9
Superphosphat	111	116	114	13,6	194	22,8

Die beste Wirkung zeigte Mg(H₂PO₄)₂, als geeignet für die P-Blattdüngung von Hafer erwiesen sich aber auch Superphosphat, NH₄H₂PO₄, (NH₄)₂HPO₄ und KH₂PO₄. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in Vergleichsversuchen mit Buschbohnen. Durch K₂HPO₄ und K₃PO₄ da-

gegen wurden bei Hafer und durch NaH_2PO_4 und $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ bei Buschbohnen Blattverbrennungen verursacht. Während bei Bohnen die Blattspritzung der Wurzeldüngung allenfalls gleichwertig war, konnten bei Hafer durch Blattdüngung beachtliche Mehrerträge erzielt werden. Außerdem zeigte sich, ebenso wie bei Versuchen mit Blattspritzung von verschiedenen N-, K- und Mg-Verbindungen, eine Schutzwirkung gegen Mehltaubefall (Krzyśch und Eberhardt, 1960 a).

In ähnlichen Untersuchungen von Eggert und Mitarbeitern (1952) an Apfelbäumen wurde unter 5 Phosphorsäureverbindungen für $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ die beste Aufnahme nachgewiesen. Nach den von Wittwer und Teubner (1959) zusammengestellten Angaben waren es die primären Salze NaH_2PO_4 bzw. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Damit bestätigt sich die Feststellung von Silberstein und Wittwer (1951), daß die Ausnutzung organischer und anorganischer P-Verbindungen als Blattdüngemittel stark pflanzenabhängig ist. Die Phosphataufnahme ging nach Fisher und Walker (1955) aus H_3PO_4 am schnellsten vor sich und erfolgte nach Tukey und Mitarbeitern (1956) aus 0,3 %iger H_3PO_4 -Lösung auch am stärksten. Mit zunehmendem Ersatz der H-Ionen durch K^+ , Na^+ und NH_4^+ und gleichzeitiger pH-Erhöhung verminderten sich die aufgenommenen Mengen. Bei pH 7 wurde das Kaliumsalz weitaus am besten von Bohnenblättern aufgenommen. Mit der Temperaturabhängigkeit der Aufnahme von Radioisotopen und speziell von P^{32} befaßten sich Untersuchungen von Swanson und Whitney (1953).

Kalium

Die Wirkung von 4 verschiedenen Kalisalzen wurde von Krzyśch (1958 b) bei 15maliger Spritzung mit 0,3 %igen Lösungen an Buschbohnen geprüft (Tabelle 5).

Tabelle 5. Die Wirkung einer Blattdüngung mit verschiedenen K-Verbindungen bei Buschbohnen (nach Krzyśch, 1958 b)

K-Form	Erträge		
	Hülsen	Stengel	Gesamt
K_2SO_4 zum Boden	100 (= 24,9 g)	100 (= 34,3 g)	100 (= 59,2 g)
KNO_3	122	87	102
KH_2PO_4	109	90	98
KCl	112	92	100
K_2SO_4	104	95	99

Alle angewandten K-Verbindungen erwiesen sich als geeignet. Kaliumnitrat wirkte jedoch am besten, da es das Hülsengewicht erhöhte, ohne den Ertrag an Stengeln und Blättern zu vergrößern. Diese Befunde waren allerdings nur bei mangelhafter K-Versorgung über den Boden deutlich erkennbar.

In Versuchen von Ramunni (1958) an Tabak auf ebenfalls K-armen Böden mit äquivalenten Spritzkonzentrationen von 0,72 ‰ K bewährten sich die Salze in der Reihenfolge: Trikaliumcitrat, Kaliumnitrat,

Kaliumdihydrogenphosphat. Zur Beseitigung von K-Mangelerscheinungen an Apfelbäumen waren nach Angaben von Butz (1) und Boynton (1943) Kaliumsulfat und Kaliumchlorid in 1 Teller-Lösung in gleicher Weise geeignet. Von Boguslawski und Vornoff (1957) hatten in ihren Versuchen an Winter-Äpfeln mit Kaliumchlorid bessere Erfolge als mit Kaliumsulfat.

Andere Nährstoffe

Nach den von Boynton (1964) wiedergegebenen Resultaten aus Versuchen zur Magnesiumversorgung der Kulturpflanzen Sommer-Ng-Mangel – auch bei Bäumen – in vielen Fällen durch $MgSO_4$ -Spritzung wirksam bekämpft werden als nicht eine Bodendüngung. So berufen sich beispielsweise die Fachmeinungen der Ng-Mangelkranke an Äpfeln nach Scott und Scott (1962) durch $MgSO_4$ -Spritzungen helfen und die Mg-Gehalte in den Blättern erhöhen. Nach anderen von Wittwer und Traubner (1959) zusammengeordneten Angaben waren allerdings Nitrat und Chelatid besser zur Blattspritzung geeignet als Sulfat oder Chelatverbindungen des Magnesiums. Dem Anion der Ng-Verbindungen kommt insoweit besondere Bedeutung zu, als im Folgenden Versuchen von Allen (1961) Sulfat dem Mg-Chelatid von Äpfeln eine langfristige Erbeute als es bei Nitrat oder Chelatid der Fall war. Die Mg-Salze langsamer als $\pm B \times$ -Verbindungen aufgenommen werden und es außerdem als Ausnahme bei anderen Spritzungen von Sulfat gegen Blattverbräunungen Verwendung finden können, dürfte hier eine die Stoffaufnahme teilweise hemmende Wirkung vorliegen (Boynton, 1964). Der Mechanismus dieser Hemmung könnte nach eingehenden Untersuchungen von MacFarlane und MacFarlane (1971) mit Harnstoff- und H_2SO_4 bei Tanninen noch nicht aufgeklärt werden. Ähnliche Angaben liegen von Tjallingii und Walke (1955) vor. Eine Abklärung der bei Spritzungen aufgenommenen Ng-Mengen aus den Blättern in anderen Pflanzenarten konnte bei Traubnerungen von Hahn und Oppland (1966) nicht festgestellt werden.

Durch eine Spritzung mit Calcium in Form von Nitrat oder Chelatid lassen sich Mangelerscheinungen bei Süßholz und Tomaten beheben (MacFarlane, 1957; Wittwer und Traubner, 1959). Wie bei Magnesium ging die Aufnahme durch die Blätter nach einigen Stunden allmählich stark zurück.

Spurenelemente

Versuche von Horst und Graham (1969) mit 20 Eisenverbindungen zur Fe-Aufnahme von Cornus ergaben mit starker Ähnlichkeit von den nachfolgenden Beobachtungen, liegen aber sonst ohne befriedigende Wirkung von Horst in den Konzentrationen von 2 bis 100 g/l H₂O bei Lösungen von Natrium. Mit der allgemeinen Feststellung der Chelate sind ihrer Anwendung und Verbesserung, abgesehen von an andere Stoffe angeschlossen, die Sprache kommen (Baker et al. 1967 und Baker et al. 1971). Je nach dem Alter der Pflanze und dem Grad der Eisendüngung in die Pflanze oder im Boden sind unterschied-

liche Voraussetzungen für eine Spritzung mit Eisenverbindungen gegeben. Für ältere Pflanzen sind wenige Spritzungen mit konzentrierten Lösungen geeignet, während sich bei jüngeren Pflanzen häufigere Spritzungen mit geringprozentigen FeSO_4 -Lösungen bewährten (B o y n t o n, 1954).

M a n g a n hat sich ebenfalls in der Sulfatform bewährt und ist für Blätter besser verträglich als Kupfer und Zink. Nach Angaben von P a r k e r und S o u t h w i c k (1941) waren Spritzungen mit 2–4 lb MnSO_4 100 gal Wasser in der Lage, Citruspflanzen für 1 Jahr von Mn-Mangelschäden zu heilen. Nach Untersuchungen von S i n g l e (1958) an Weizen müssen wegen des nur beschränkten Mn-Transportes in der Pflanze wesentlich größere Mengen angewandt werden, als sie die Pflanze benötigt. B o k e n (1960) konnte allerdings nach Blattspritzung mit MnSO_4 eine Zunahme des Mn-Gehaltes von Haferwurzeln bis zur Reife feststellen. Weitere Literatur findet sich bei v a n A l p h e n (1956).

Bei der B o r versorgung der Pflanzen macht die richtige Dosierung besondere Schwierigkeiten, so daß eine Zufuhr über den Boden in vielen Fällen vorzuziehen ist. A s k e w und C h i t t e n d e n (1936) haben aber mit einmaliger Spritzung von 8 lb Borax 100 gal Wasser bei Apfelbäumen eine Beseitigung von „Internal-Cork“-Schäden erreichen und einen 4–5fachen Borgehalt in den Früchten erzielen können. D e g m a n (1953) beobachtete eine vorteilhafte Wirkung von Borspritzungen nur an solchen Birnenbäumen, die sichtbare Mangelsymptome aufwiesen. Eine ausführliche Behandlung der Verwendung von Bor zur Blattspritzung verschiedener Gewächse erfolgte durch v a n A l p h e n (1955).

Ebenso wie im Pflanzenschutz Kupferkalkbrühen mit Erfolg verwendet werden, hat sich auch bei Spritzungen gegen K u p f e r m a n g e l ein Zusatz von Kalk zur Verhinderung von Blattschäden bewährt. Nach D i c k e y und M i t a r b e i t e r n (1948) war eine Spritzung von je 8 lb CuSO_4 und Ca(OH)_2 100 gal H_2O zu Vegetationsbeginn in der Lage, Cu-Mangel für 1 Jahr bei Tongebäumen zu verhüten.

Die Wirkung von Z i n k bei Blattspritzungen und die Empfindlichkeit der Blätter gegen Zink entsprechen denen von Kupfer, wobei auch hier die Sulfatform bewährt und gebräuchlich ist (C h a n d l e r und M i t a r b e i t e r, 1933, H e a l y, 1952, W o o d b r i d g e, 1954). „Mottle-Leaf“-Schäden an Citrus konnten durch eine einmalige Spritzung mit 1,15 lb Zn als ZnSO_4 100 gal H_2O für 1–3 Jahre verhindert werden (P a r k e r, 1938). Blattschäden wurden durch Kalkzusatz vermieden. B o u l d und M i t a r b e i t e r (1953) ermittelten die für eine erfolgreiche Zn-Spritzung von Obstbäumen anzuwendenden Konzentrationen je nach der Jahreszeit mit 0,1 bzw. 4–5 % Zinksulfat. Nach Untersuchungen von M a l a v o l t a und M i t a r b e i t e r n (1956) werden Schwermetalle und speziell Zink unter natürlichen Bedingungen durch die Blätter leichter aufgenommen als durch die Wurzeln. L e y d e n und T o t h (1960) fanden dagegen eine stärkere Absorption von Zn^{65} durch die Blätter nur bei Mais, während Sojabohnen und Tomaten eine bessere Aufnahmeleistung der Wurzeln zeigten.

Molybdän-Mangelsymptome wurden bei Citrus durch Verwendung von Natriummolybdat in der Konzentration von 1 oz/100 gal (Stewart und Leonard, 1952, 1953) beseitigt. Über ähnliche Ergebnisse mit Kaliummolybdat berichten Vanselow und Datta (1949).

IV. Wechselbeziehungen zwischen Blatt- und Bodendüngung

Neben einer gegenseitigen Ersetzbarkeit von Blatt- und Wurzeldüngung infolge nahezu gleicher Wirkung in zahlreichen untersuchten Fällen (Literatur z. B. bei Buchner, 1955) ließen sich auch Wechselwirkungen zwischen der Nährstoffaufnahme durch Blätter und Wurzeln feststellen. Besonders durch Versuche mit radioaktiven Isotopen konnten über Nährstoffaufnahme und -verwertung in dieser Hinsicht folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

Die vorteilhafte Wirkung einer Blattdüngung beruht stets auch auf gleichzeitiger verstärkter Nährstoffaufnahme der Wurzeln und infolgedessen einer Intensivierung aller Syntheseprozesse, wie Schererwerja (1959) in 3-jährigen Versuchen mit Sommerweizen nachweisen konnte. Auch die Untersuchungen von Ibonenko (1959) haben gezeigt, daß allgemein die Aufnahme und Verwertung von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali durch die Wurzeln bei gleichzeitiger Blattdüngung gefördert wird. Das gilt speziell, wenn sich ein oder mehrere Nährstoffe im Boden im Mangel befinden (Geissler, 1955). Auch sind diese Beziehungen nicht auf die verschiedenen Aufnahmemöglichkeiten ein und desselben Nährstoffes beschränkt, sondern nach Untersuchungen von Matzkow und Ibonenko (1958) wurde z. B. allein durch eine Harnstoffspritzung bei Tomaten neben der Erhöhung des N-Gehaltes auch die Aufnahme von P^{32} durch die Wurzeln um 98,3 % gefördert. Umgekehrt bewirkte nach Krzysch (1958 b) P-Blattdüngung eine bessere Ausnutzung des Bodenstickstoffs als bei alleiniger P-Bodendüngung. Weiter förderte nach Cook und Boynton (1952) eine gute N-Versorgung des Bodens auch die Aufnahme des auf die Blätter gespritzten Harnstoffs. Ganz generell konnte Krzysch (1958 a) einen eindeutigen Einfluß der Nährstoffversorgung des Bodens bzw. des Ernährungszustandes der Pflanze auf die Wirkung einer Blattdüngung an Hand der vorliegenden Literatur allerdings nicht auffinden. Kaindl (1953) stellte bei guter P-Versorgung des Bodens nur eine geringe Ausnutzung der P-Blattdüngung, zum Teil sogar eine Schädigung fest. Untersuchungen von Thorne (1957) mit N^{15} und P^{32} an Zucker- und Kohlrüben hatten dagegen deutliche, für die einzelnen Nährstoffe allerdings uneinheitliche Ergebnisse:

- a) N-Blattdüngung erhöhte allgemein die Stickstoffaufnahme der Wurzeln.
- b) P-Blattdüngung verminderte bei guter P-Versorgung des Bodens die Wurzelaufnahme und blieb bei schlechter Versorgung ohne Einfluß. Die Trockensubstanzproduktion wurde nicht verändert.
- c) K-Blattdüngung blieb bei guter K-Versorgung des Bodens ohne Wirkung auf die Wurzelaufnahme, erhöhte sie aber bei schlechter Versorgung. Die Trockensubstanzproduktion wurde bei schlechter K-

Versorgung über den Boden durch Blattdüngung vermehrt, blieb durch Blattdüngung bei guter Versorgung aber unbeeinflusst. Allgemein war über die Blätter gegebenes Kalium das wirksamere.

Wie Thorne (1954) bereits hervorhob, dürfte allerdings feststehen und muß berücksichtigt werden, daß es bei dem Zusammenwirken von Wurzel- und Blattaufnahme im Einzelfall oft schwierig ist, zu entscheiden, ob sämtliche festgestellten Einflüsse allein der Blattdüngung zuzuschreiben sind oder ob lediglich die Wurzeln in bestimmter Weise zu erhöhter Aufnahme angeregt wurden.

Der Wasserverbrauch der Pflanzen wird neben den Nährstoffgehalten durch Blatt- oder Wurzeldüngung nach Untersuchungen von Kieck und Hellwig (1959) unterschiedlich beeinflusst. Bei Blattdüngung war der Wasserbedarf höher als bei Bodendüngung. Diese Unterschiede dürften in der von Steubing (1959) bei blattgedüngten Pflanzen beobachteten Erhöhung der osmotischen Werte eine Erklärung finden. Zuckerzusatz zu den Mineralsalzen führte zu einer weiteren Steigerung der osmotischen Werte. Ebenso wirkte sich eine zusätzliche Behandlung der Blattunterseiten aus. Auch die Verwendung von Netzmitteln bei der Blattdüngung hat möglicherweise einen Einfluß auf die Wasserversorgung.

V. Voraussetzungen für die Anwendung einer Blattdüngung und technische Durchführung

Wie bei jeder pflanzenbaulichen Maßnahme so ist auch in besonderem Maße bei der Blattdüngung der Erfolg einer Anwendung von der Berücksichtigung zahlreicher Faktoren abhängig. Als die wesentlichsten seien — einschließlich der bereits behandelten — genannt:

- a) Art der Spritzlösung nach Salz, Konzentration und Zusatzmitteln,
- b) Anwendungstermin in Beziehung zu Alter und Entwicklungszustand der Pflanzen,
- c) Anatomischer Aufbau und physiologische Reaktion einschließlich Ernährungszustand der Pflanzen,
- d) Klimaverhältnisse, speziell Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Belichtung,
- e) Bodenart, Nährstoffgehalt und pH-Wert des Bodens.

Bei der herkömmlichen Wurzelnahrung ist der Boden als sehr wirksames Puffersystem in die Nährstoffzufuhr eingeschaltet. Da bei der Blattdüngung hingegen ein unmittelbarer Einfluß auf die Pflanzenorgane genommen wird, müssen hier genaue Anwendungsregeln eingehalten werden. Deshalb sind von den genannten Faktoren diejenigen eingehender zu betrachten, deren Wirkung gesteuert werden kann.

Die Empfindlichkeit einzelner Kulturen und der verschiedenen Entwicklungsstadien der Pflanzen für oberirdische Nährstoffzufuhr ist sehr unterschiedlich. Generell läßt sich nach Tukey und Mitarbeiter (1956) lediglich angeben, daß die empfindlichsten Pflanzen, wie Gurken und Bohnen, auf geringe Konzentrationen bereits stärkste Reaktion zeigen, während bei toleranteren Pflanzen eine geringere Nährstoffaus-

nutzung vorliegt. Eine wesentliche Rolle spielen hierbei Enzymwirkungen in der Pflanze und im Falle der Harnstoffverträglichkeit speziell die Ureaseaktivität. Nach Untersuchungen von Hinsvark und Mitarbeitern (1953) steht der Grad der Empfindlichkeit der verschiedenen Pflanzen gegenüber Harnstoffspritzungen in genauer Parallele zur Ureaseaktivität. Wegen der starken, durch vielerlei Umstände bedingten Schwankungen in den Anforderungen an eine optimale Nährstoffkonzentration sollen Tabelle 6 lediglich für Harnstoff als meistverwendete Salzform eine Übersicht der von verschiedenen Autoren für einige Kulturen ermittelten und von Buchner (1955) und Trefftz (1956) zusammengestellten Grenzkonzentrationen der Spritzlösungen wiedergegeben werden.

Tabelle 6 Harnstofftoleranz verschiedener Kulturpflanzen
(Quellenangaben im Text)

Kulturpflanze	Harnstoff- konzentration ‰	Kulturpflanze	Harnstoff- konzentration ‰
Apfel, Kirschen, Pflaumen	0,6 — 1,0	Kartoffeln	0,8 — 1,6
Pflirsiche	1,5 — 2,0	Rüben	1,5 — 2,0
Bohnen, Gurken	0,3 — 0,4	Getreide	5,0 — 10,0
Tomaten, Mais	0,4 — 0,6	Tabak	0,3 — 1,2
Sellerie	0,8 — 1,0	Grapefruit	0,4
Kohl	0,8 — 1,6	Reben	0,4 — 0,7
Karotten	1,2 — 3,0	Kakao	0,5
Zwiebeln	1,6 — 2,5	Bananen	0,6 — 0,8
		Citrus	0,6 — 1,0
		Baumwolle	5,0
		Zuckerrohr	hochkonz. Lösung

Angaben über die Auswirkung steigender Spritzkonzentrationen von N- und P-Salzen auf Korn- und Stroherttrag, Rohproteingehalt und Nährstoffaufnahme von Hafer sind den Untersuchungen von Krzysch (1958 c) zu entnehmen (Tabelle 7).

Tabelle 7 Einfluß steigender Salzkonzentrationen bei Blaudüngung
von Hafer (nach Krzysch, 1958 c)

Nährstoff- salz	Nährstoff- konzentration	Erträge (unbehandelt = 100)			Roh- pro- tein %	Gehalt im Korn
		Korn	Stroh	Gesamt		
KNO ₃	0,15 % N	120,42 g	112,46 g	116,69 g	14,6	996 mg N
	0,30 % N	124	115	119	15,7	1098 mg N
	0,45 % N	127	117	121	16,6	1188 mg N
	0,60 % N	125	118	121	16,9	1190 mg N
NH ₄ H ₂ PO ₄	0,20 % P ₂ O ₅	149,15 g	117,47 g	126,63 g	14,5	186 mg P ₂ O ₅
	0,35 % P ₂ O ₅	161	126	140	14,1	269 mg P ₂ O ₅
	0,50 % P ₂ O ₅	167	129	144	13,5	331 mg P ₂ O ₅

Die Wirkung der Blattdüngung auf Erträge und Inhaltsstoffe nahm mit steigender Nährstoffzufuhr innerhalb des hier gewählten Konzentrationsbereichs zu. Der größte Zuwachs wurde bezüglich der N-Versorgung aber bereits unterhalb der höchsten Konzentration erreicht. Während die Ausnutzung der zugeführten Nährstoffe bei allen P-Stufen etwa gleichblieb, nahm sie mit steigender N-Konzentration ab.

Nach den vorliegenden Versuchserfahrungen kommen folgende absoluten Stickstoffgaben für eine Blattdüngung in Betracht, sofern der Freizügigkeit hinsichtlich der anwendbaren Gesamtlösungsmenge nach Festlegung auf bestimmte Konzentrationen nicht bereits anderweitig Grenzen gesetzt sind:

bei Obst, Gemüse, Kartoffeln 2,5–15 kg N/ha (K r z y s c h, 1958 a)
bei Getreide 30–35 kg N/ha (B u c h n e r, 1956).

Nach den Versuchsergebnissen von K r z y s c h (1958 c) könnten ebenso wie ca. 3 kg N/ha mit bestem Erfolg auch 3 kg P_2O_5 in 500 l Spritzbrühe ausgebracht werden. Besondere Ausnahmen stellen Obstbäume in Winterruhe, die nach W i t t w e r und T e u b n e r (1959) bis zu 32 % KNO_3 vertragen, aber nicht mehr unter Blattdüngung im eigentlichen Sinne fallen, und Zuckerrohr dar, dem nach H u m b e r t und H a n s o n (1952) 67 lb N/acre gegeben werden können.

Aus arbeitswirtschaftlichen Erwägungen ist es wünschenswert, mit den jeweils höchstmöglichen Konzentrationen zu arbeiten. Zahlreiche Versuche haben nun gelehrt, daß man die nachteiligen Wirkungen von Spritzlösungen in höheren als den oben angegebenen Konzentrationen mildern kann, indem man bestimmte Zusatzmittel anwendet. Als solche Schutzmaßnahmen kommen in Betracht: Zusätze von Kupfer-, Calcium-, Magnesiumsalzen, Kohlenhydraten und Mischung verschiedener Formen des in Frage stehenden Nährstoffes, z. B. von Harnstoff mit Ammoniumnitrat. Dagegen blieb eine natürliche Beeinflussung der Kohlenhydratgehalte in den Blättern durch Belichtung oder Verdunkelung ohne Wirkung auf die Verträglichkeit von Spritzlösungen (C o o k und B o y n t o n, 1952). Als Beispiel für die Wirksamkeit eines Zuckerzusatzes mögen die Angaben von E m m e r t und K l i n k e r (1950) dienen, wonach die Verträglichkeit für Harnstoff von 0,5 auf 5 % bei Tomaten heraufgesetzt werden konnte. Zur Erklärung dieser Erscheinungen wird angeführt, daß eine Erhöhung des Kohlenhydratspiegels im Sinne einer Unschädlichmachung von freier Ammoniak wirken soll. Ähnliche Ergebnisse hatten M o n t e l a r o und Mitarbeiter (1952) mit $MgSO_4$ -Zusätzen bei Harnstoffspritzungen von Tomaten.

Die vorteilhafte Wirkung solcher Zusätze darf allerdings nur relativ gesehen werden, da im allgemeinen mit der Erhöhung der Konzentrationsverträglichkeit eine Verminderung der Nährstoffaufnahme bzw. der Düngereffektivität verbunden ist. Zwar konnte in Sonderfällen eine Förderung der Nährstoffaufnahme durch bestimmte Zusätze festgestellt werden (z. B. Beschleunigung der P-Aufnahme durch Zuckerzusatz nach Y a t a z a w a, 1954), im allgemeinen wird man jedoch einen Konzentrationsbereich wählen müssen, in dem sich gute Verträglichkeit und befriedigendes Aufnahmevermögen die Waage halten. Dagegen wird in den meisten

Fällen der Zusatz von Netzmitteln unentbehrlich sein, speziell wenn es sich um die Spritzung von Pflanzen mit wachsschichtüberzogenen Blättern, wie z.B. Getreide, handelt. Netzmittel erleichtern nach T u k e y und M i t a r b e i t e r n (1956) die Stoffaufnahme und verhindern Verbrennungen. Nach Angaben von R a u t e r b e r g (1957) blieb z. B. das für solche Zwecke verwendete Hostapon der Farbwerke Hoechst ohne Nebenwirkung. Durch Beeinflussung der Oberflächenspannung mit Hilfe von Netzmitteln konnte von P e t r o s i n i (1957) eine Beschleunigung der Nährstoffaufnahme bei Tomaten festgestellt werden. Eine erhebliche Bedeutung hat nach Angaben von B o y n t o n (1954) neben der Benetzbarkeit der Blätter allgemein auch der Kontaktwinkel der auftreffenden Tropfen für die Ausnutzung einer Blattspritzung.

Einflüsse der Nährstoffversorgung des Bodens sind bereits im Rahmen einiger Wechselwirkungen zwischen Blatt- und Wurzelaufnahme der Nährstoffe besprochen worden. Im einzelnen variieren diese Verhältnisse mit der Art des zugeführten Nährstoffs. Am Beispiel einer Versuchsreihe von K r z y s c h (1958 b) mit Harnstoffspritzungen zu Hafer kann aber gezeigt werden, daß trotz zwangsläufig unterschiedlicher Ertragsleistungen auf verschiedenen mit N versorgten Böden die Ausnutzung des über die Blätter zugeführten Stickstoffs, d. h. der im Korn wiedergefundene Anteil der zugeführten N-Menge, jeweils praktisch gleich ist (Tabelle 8).

Tabelle 8. Einfluß unterschiedlicher Stickstoffversorgung des Bodens auf die Wirkung einer Blattspritzung mit 500 mg N/Gefäß als Harnstoff in 0,25 %iger Lösung (nach Krzysch, 1958 b)

Bodendüngung als NH_4NO_3	Trockensubstanzerträge je Gefäß			Roh- protein	N-Gehalt im Korn	N-Aus- nutzung
	Korn	Stroh	Gesamt			
0,2 g N/Gefäß	22,1 g	22,8 g	44,9 g	11,2 %	395 mg	29,0 %
0,8 g N/Gefäß	33,8 g	35,2 g	69,0 g	13,2 %	715 mg	30,7 %

Die Wirkung des pH -Wertes auf die Nährstoffaufnahme wechselt mit der Anwendung verschiedener Düngemittel. Die Absorption von Harnstoff stieg in Versuchen von V o l k und M c A u l i f f e (1954) an Tabak mit Puffersubstanzen bei zunehmender Alkalität von pH 6 bis pH 8 an.

Die Wahl des geeignetsten Anwendungszeitpunktes einer Blattdüngung ist in starkem Maße von Alter und Zustand der Pflanzen, sodann aber auch von Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig. Bei Eintrocknen der Spritzlösung auf den Blättern infolge zu geringer Luftfeuchtigkeit konnte einwandfrei eine Verminderung der Aufnahme festgestellt werden (C o o k und B o y n t o n, 1952). Bei Nacht, kühler Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit war die Nährstoffaufnahme stärker als unter anderen Außenbedingungen, wie K a i n d l (1953) und V o l k und M c A u l i f f e (1954) durch Isotopenversuche nachgewiesen haben.

Systematische Untersuchungen zu den Fragen des günstigsten Zeitpunktes und einer geeigneten Anzahl von Spritzungen wurden wiederum von K r z y s c h (1958 c) angestellt und zwar wurden

- a) der Einfluß von jeweils 6 Spritzungen mit 2 %iger NH_4NO_3 -Lösung (0,7 % N) zu Hafer bei verschiedenen Anwendungsterminen (Tabelle 9) und
- b) die Wirkung einer verschiedenen Anzahl von Spritzungen mit 2 %iger KH_2PO_4 -Lösung zu Kartoffeln überprüft.

Tabelle 9: Einfluß der Spritztermine von NH_4NO_3 -Lösung auf den Ertrag von Hafer (nach Krzysch, 1958 c)

Termin	Erträge (unbehandelt=100)			Rohprotein %	N-Gehalt mg
	Korn	Stroh	Gesamt		
vor dem Schossen	122 (43,1 g)	107 (44,5 g)	114 (87,6 p)	15,3	1059
zum Ährenschieben	114	102	108	18,3	1181
nach der Blüte	113	102	107	18,5	1185

In Übereinstimmung mit den aus der Bodendüngung bekannten Verhältnissen waren bei früher Spritzung vor dem Schossen die Erträge von Hafer am höchsten, die Rohproteingehalte wurden dagegen durch mittelspäte oder späte Spritzung (zum Ährenschieben oder nach der Blüte) am stärksten erhöht. 6 Spritzungen mit Ammoniumnitratkonzentrationen bis zu 2 % hatten annähernd die gleiche Wirkung wie 15–20malige Anwendung schwächerer Konzentrationen. Bei Verwendung von Harnstoff war es Krzysch und Eberhardt (1960 b) möglich, für die Praxis brauchbare Anwendungsbedingungen zu ermitteln, indem sie bereits durch zweimalige Spritzung mit 4,5 %igen Lösungen die Korn-, Stroh- und Rohproteinerträge von Hafer wesentlich erhöhen konnten.

10 verschiedene, durch Variation der Spritzungszahl und der Spritztermine erhaltene Kombinationen einer KH_2PO_4 -Blattdüngung zeigten in ihrer Anwendung zu Kartoffeln, daß bei einer geringen Anzahl von Spritzungen die frühen und mittleren Termine günstiger auf den Ertrag wirkten als späte. Aber auch durch häufigere Spritzungen einschließlich späterer Anwendungstermine konnte eine Verbesserung dieser Ergebnisse kaum erreicht werden.

Eine in den Untersuchungen von Kick und Hellwig (1959) ermittelte Unterlegenheit der P-Blattdüngung gegenüber der Bodendüngung dürfte ebenfalls eine Frage des Anwendungstermines sein, da eine Bodendüngung in einer Gabe vor der Saat dem frühzeitigen größten P-Bedarf der Pflanze besser gerecht wird als mehrmalige späte Spritzungen auf den ausgebildeten Blattapparat.

VI. Vorzüge und Grenzen der Blattdüngung einschließlich besonderer Anwendungsgebiete

Um die Bedeutung der Blattspritzung als Düngungsmaßnahme für die praktische Landwirtschaft ermessen zu können, ist es erforderlich, sich ihre Vor- und Nachteile zu vergegenwärtigen:

Bei der Blattdüngung werden die Nährstoffe unmittelbar an den Stellen höchsten Bedarfs aufgenommen, sie haben nur kurze Transport-

wege zurückzulegen und können sofort verwertet werden. Im Boden und selbst in der Pflanze sind auf dem Wege von den Wurzeln zu den Vegetationspunkten bei der Düngung über die Wurzeln dagegen Festlegungen bestimmter Elemente möglich, die den Erfolg derartiger Düngungsmaßnahmen in Frage stellen können. Die Anwendung einer Blattdüngung ist selbst in hohen Pflanzenbeständen relativ einfach, und eine gleichmäßige Verteilung der Spritzbrühe ist annähernd gewährleistet, sobald genügend Blattmasse ausgebildet ist. Um bei holzigen Gewächsen mit umfangreicher Krone Nährstoffmangelerscheinungen kurzfristig zu beheben, ist die Blattspritzung oft die einzige anwendbare Düngungsmethode. Das gleiche gilt für Bäume, die an Straßen stehen bzw. bei denen die Düngung nicht nur der Unterkultur zugute kommen soll. Die Blattdüngung kann ohne zusätzlichen Aufwand besonders dann eingesetzt werden, wenn ohnehin Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt werden müssen, und ist hier in der Lage, gewisse Schockwirkungen durch Pflanzenschutzmittel, die bei den Kulturpflanzen nicht immer ganz auszuschließen sind, zu vermindern (z. B. Kombination von Harnstoff mit Unkrautbekämpfungsmitteln). In Versuchen von Buchner (1957) und Kürten (1961) mit einer Kombination von Grünkupferspritzung und Harnstoffgaben zur Krautfäulebekämpfung bei Kartoffeln konnten die Höchsterträge nur durch gleichzeitige Anwendung beider Mittel erzielt werden. Die Blattspritzung hat ferner wegen ihrer raschen Wirkung den Vorzug, schwerpunktmäßig bei besonderen Spitzen des Nährstoffbedarfs eingesetzt werden zu können, wenn es sich etwa darum handelt, Änderungen an Inhaltsstoffen zu erzielen, ohne den Ertrag nachteilig zu beeinflussen. Dieses Problem ergibt sich z. B. im Getreidebau, wo häufig eine Erhöhung des Proteingehaltes im Korn ohne Vermehrung des Strohanteils wünschenswert ist.

Trotz dieser für die Blattdüngung sprechenden Argumente wird sie die herkömmliche Düngemittelanwendung niemals verdrängen können, sondern nur eine zusätzliche Maßnahme bleiben. Der Erfolg einer Blattdüngung ist zwar in vielen Fällen gleich dem einer Bodendüngung, nach Wittwer und Teubner (1959) konnten bessere Ergebnisse als durch Bodendüngung aber nur gelegentlich erzielt werden. Bei einigen Nährstoffen bleibt sogar stets die Bodendüngung wirksamer. Eine Ersparnis an Düngemitteln ist bei Blattdüngung nicht möglich (Thorne, 1955), zumal durch Versprühen Verluste an Nährstoffen eintreten und wegen der Verwendung leichtlöslicher Salze im Boden dann Auswaschungsgefahr besteht. Eindeutig gegen die ausschließliche Anwendung einer Blattdüngung sprechen besonders arbeitswirtschaftliche Gesichtspunkte. Die von den Blättern verträglichen Lösungskonzentrationen sind, von einigen Ausnahmen abgesehen, nur sehr gering. Um eine der Bodendüngung vergleichbare Nährstoffmenge auszubringen, wären zahlreiche Spritzungen erforderlich. Bei einem Baum müßte nach dem Austrieb zur vollständigen Nährstoffversorgung beispielsweise 14-täglich über die gesamte Vegetationsperiode gespritzt werden (Pirone, 1958). Eine Blattdüngung kann erst zur Wirkung kommen, wenn ein gut ausgebildeter Blattapparat vorhanden ist, bei zahlreichen Kulturen und Nährstoffen wie z. B. an Phosphorsäure besteht der größte Bedarf aber gerade

zur Zeit der Blattentwicklung (B u c h n e r, 1956, K r z y s c h, 1958 b). Ein gewisses Maß an Startnährstoffen im Boden zur Ausbildung der aufnahmefähigen Blattmasse bleibt also auch bei späterer Blattdüngung unerlässlich.

Um die Frage der Ausnutzung blattzugeführter Nährstoffe und damit der Rentabilität einer Blattdüngung zu klären, haben W i l b e r g und M ö l l e r (1955) das in ihren N- und P-Düngungsversuchen ermittelte Verhältnis zwischen Ertrag und Mineralstoffgehalt als dem Maßstab für die Nährstoffaufnahme an Hand des Wirkungsgesetzes der Wachstumsfaktoren von Mitscherlich überprüft. Es zeigte sich, daß von Senf nur etwa die Hälfte der theoretisch möglichen P-Menge ausgenutzt wurde, auch bei N wurde kaum der Ausnutzungsgrad einer Bodendüngung erreicht. Dem gegenüber stehen die Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen von G e i s s l e r (1955) an Spinat. Hier wurden viel günstigere Ausbeuten gefunden, und es zeigte sich, daß die üblicherweise ermittelten Wirkungswerte nicht unbedingt Geltung für die oberirdisch zugeführten Nährstoffe haben können. Es müßte sonst z. B. die 4,2fache Menge an Stickstoff gedüngt werden, um über den Boden die gleiche Ertragssteigerung zu erzielen wie bei der Blattdüngung, d. h. die nach der üblichen Berechnung wirksamen N-Mengen überträfen bei weitem die zugeführten. Zufuhr und Aufnahme von P und K korrespondierten dagegen in den Versuchen von G e i s s l e r miteinander.

Unter geeigneten Bedingungen hat die Blattdüngung in der Praxis bereits vielfach ihre Bewährungsprobe bestanden, und besonders bei einigen Spezialkulturen konnten z. B. durch Harnstoffspritzungen gute Erfolge erzielt werden. Nach den Angaben von W i t t w e r und T e u b n e r (1959) werden in den Ananasfeldern von Hawaii 70–80 % des Stickstoffs und 40–50 % von Phosphorsäure und Kali in Form der Blattdüngung angewendet. Für die Blattdüngung mit N haben sich in den Untersuchungen von B u c h n e r (1955) als besondere Vorzüge des Harnstoffs u. a. der mehr als doppelt so hohe N-Gehalt wie bei anderen Salzen, der Fortfall von Korrosionserscheinungen an Geräten und die leichte Aufnahme- und Verwertungsmöglichkeit herausgestellt. Neben der kurzfristigen Behebung von Mangelschäden durch Nährstoffspritzungen im Obstbau (H a a s, 1949, J o n e s und P a r k e r, 1949) lassen sich speziell durch Harnstoffblattdüngung zu geeigneten Terminen gleiche Erträge wie bei der Bodendüngung, aber verbesserte Qualitäten erzielen. In Versuchen von G r u p p e (1958) wirkten Harnstoffspritzungen zu Apfelbäumen teilweise sogar noch günstiger als eine Bodendüngung. Bei gleichem Ertrag können durch Blattdüngungsmaßnahmen der Zuckergehalt von Rüben (K r z y s c h, 1958 a) und der Eiweißgehalt von Getreide vermehrt werden (T h o r n e, 1956, T r e f f t z, 1956). Bei einer großen Zahl von Versuchen, die B u c h n e r (1956) zu Winterweizen durchführte, war die Wirkung der Harnstoffblattdüngung auf die Kornqualität gleichwertig mit der einer Kalkammonsalpeter-Kopfdüngung. Bei Tomaten erzielte P e t r o s i n i (1957) eine wesentliche Vorverlegung des Reifetermins durch Harnstoffspritzung. Nach S i l b e r s t e i n und W i t t w e r (1951) waren bezüglich des Frühertrages von Tomaten

2,7 lb P_2O_5 als Orthophosphorsäure über das Blatt wirksamer als 135 lb P_2O_5 in Form von Superphosphat zum Boden. Die Steigerung des Gesamtertrages war allerdings bei Bodendüngung gegenüber ungedüngt doppelt so groß wie bei P-Versorgung über das Blatt. Die Photosynthese blattgespritzter Pflanzen lag nach I b o n e n k o (1959) um 77 % höher als bei den Kontrollen.

Neben der Harnstoffspritzung bei speziellen Kulturen wird die Blattdüngung ebenfalls in der Versorgung mit Spurenelementen ihren festen Platz behaupten, wo es viel weniger auf eine quantitative Aufnahme als überhaupt auf eine geringfügige gesicherte Zufuhr kurzfristig wirkender Verbindungen ankommt. Das trifft besonders für solche Böden und Umweltbedingungen zu, unter denen diese Nährstoffe normalerweise nicht pflanzenverfügbar sind. Die verstärkte Anwendung der Isotopenversuche läßt erwarten, daß in zunehmendem Maße die auf diesem Gebiet noch offenen Fragen geklärt werden.

VII. Zusammenfassung

An Hand der vorliegenden Literatur werden die wesentlichsten Fragen der Pflanzenernährung über das Blatt behandelt und die praktischen Anwendungsmöglichkeiten erörtert:

1. Prinzipiell können die Pflanzen Nährstoffe über die Wurzeln wie über die Blätter aufnehmen, wobei je nach der Art der Zufuhr die eine oder die andere Möglichkeit in den Vordergrund tritt. Zwischen der Nährstoffaufnahme über die Wurzeln und der über die Blätter treten Wechselwirkungen auf. Die Aufnahmeleistungen der Blätter werden im einzelnen charakterisiert.
2. Allgemeine Empfehlungen für die Anwendung einer Blattdüngung lassen sich allein wegen der starken Abhängigkeit der Wirkung von der Kulturart nicht geben. Unter geeigneten Voraussetzungen kann die Wirkung einer Blattdüngung durchaus der einer Nährstoffzufuhr über den Boden entsprechen. Nur selten werden aber höhere Erträge als bei der herkömmlichen Düngung erreicht, dagegen lassen sich Qualitätsmerkmale (Zucker-, Eiweißgehalte) durch Blattdüngung positiv beeinflussen.
3. Eine alleinige Nährstoffversorgung über das Blatt ist unter normalen Verhältnissen nicht nur unrentabel, sondern oft gar nicht möglich, da das Vorhandensein einer bestimmten Menge an Startnährstoffen Voraussetzung für die Ausbildung eines entsprechenden Blattapparates und damit für die Möglichkeit einer Nährstoffaufnahme über das Blatt ist. Als vorteilhaft erweist sich eine Blattdüngung besonders dann, wenn sie mit Pflanzenschutzmaßnahmen kombiniert werden kann, zumal gerade bei gleichzeitiger N-Zufuhr Schockwirkungen durch Pflanzenschutzmittel leichter überwunden werden.
4. Wegen des Fortfalles eines Pufferungsmediums, wie es im Boden vorliegt, ist die Aufnahme über das Blatt zugeführter Nährstoffe in noch stärkerem Maße als bei der Bodendüngung von den jeweiligen Anwendungsbedingungen abhängig. Von den im einzelnen zu berück-

sichtigenden Faktoren sind besonders diejenigen von Interesse, deren Wirkung gesteuert werden kann, d. h. die Art der Spritzlösung nach Salzform, Konzentration und Zusatzmitteln sowie Termine und Häufigkeit der Spritzungen.

5. Von den herkömmlichen Düngemitteln können sowohl Einzel- als auch Volldünger bei der Blattspritzung Anwendung finden. Um den in Betracht kommenden begrenzten Konzentrationsbereich wirksamer und gezielter ausnutzen zu können, empfiehlt sich jedoch meist die Anwendung von Einzelsalzen. Für die wichtigsten Nährstoffe gilt dabei folgendes:

- a) Unter den verwendbaren N-Verbindungen kommt dem Harnstoff bei weitem die größte Bedeutung zu. Geeignet sind weiterhin Kaliumnitrat und Ammoniumnitrat, wobei allerdings eine stärkere Abhängigkeit von der zu behandelnden Pflanzenart besteht. Ammoniumsulfat verursacht dagegen vielfach Beschädigungen an den gespritzten Blättern.

- b) Bei der P-Spritzung ist die Wirkung der in Frage kommenden Verbindungen besonders stark von der Pflanzenart abhängig. Neben den Dihydrogenphosphaten von Magnesium, Ammonium und Kalium gehören Superphosphat und Diammoniumhydrogenphosphat zu den Salzen, die in verschiedenen Versuchen am besten gewirkt haben.

- c) Für eine Blattdüngung mit Kali sind je nach der Pflanzenart Kaliumnitrat, Kaliumsulfat, Kaliumchlorid, aber auch Kaliumdihydrogenphosphat und Trikaliumcitrat geeignet.

- d) Die übrigen Makronährstoffe und Spurenelemente werden am besten als Sulfate verwendet.

6. Die anwendbaren Spritzkonzentrationen haben sich nach der jeweiligen Kultur zu richten. Sie bewegen sich — bezogen auf Harnstoff — für empfindliche Pflanzen wie Gurken um 0,5 ‰ und betragen für Getreide das Zehn- bis Zwanzigfache. Im Vergleich zur Bodendüngung können die in einem Arbeitsgang ausbringbaren Nährstoffmengen demzufolge nur relativ gering sein und betragen maximal etwa 30 kg N/ha für Getreide. Jede Art einer Überdosierung führt ebenso wie die Anwendung ungeeigneter Salze zu verschiedenen Formen von Beschädigungen der Blätter.

7. Bei Zusätzen von Mg-, Cu- und anderen Salzen zur Spritzlösung zeigt sich nicht nur ergänzend ein Einfluß des betreffenden Nährstoffs bzw. Pflanzenschutzmittels, sondern es werden auch Blattverbrennungen als Folge von Konzentrationsschäden weitgehend vermieden, so daß solche Zusätze — meist in Form der Sulfate — eine Erhöhung der anwendbaren Gesamtkonzentration erlauben.

8. Die geeignetsten Termine für die Anwendung einer Blattdüngung sind von dem jeweiligen Anbauzweck abhängig. Zur Erzielung hoher Erträge sind frühe, zur Beeinflussung der Inhaltsstoffe späte Spritzungen am günstigsten. Wenige relativ konzentrierte Spritzungen haben im allgemeinen dieselbe Wirkung wie zahlreiche mit verdünnteren Lösungen.

Literaturverzeichnis

- Allen, M., Role of the anion in magnesium uptake from foliar application of its salts on apple. *Nature* **184**, 995 (1959).
- Alphen, Th. G. van, Bespuiting met Borium op verschillende Gewassen. *Landbouwk. Tijdschr.* **67**, 761—780 (1955).
- , Bespuiting met Mangaan op verschillende Gewassen. *Literatuuroverzicht Nr. 17*, Centrum voor Landbouwdocumentatie, Wageningen (1956).
- Askew, H. O., and E. Chittenden, J. *Pomol. Hort. Sci.* **14**, 242—245 (1936). (zit. nach Boynton, 1954).
- Baumeister, W., und H. Burghardt, Die Bedeutung der Chelatierung für die Nährstoffaufnahme der Pflanzen. In: *Die Aufnahme von Nährstoffen*. Handb. Pflanzenern. u. Düngung **1**, Wien, 1961 (im Druck).
- Boguslawski, E. von, und A. Vömel, Über Blattdüngung mit Einzelnährstoffen und Volldüngung bei Hafer. *Landw. Forsch.* **9**, Sonderheft, 83—94 (1957).
- Böhm, J., Über die Aufnahme von Wasser und Kalksalzen durch die Blätter der Feuerbohne. *Landwirtsch. Versuchsstat.* **20**, 51—59 (1877).
- Boken, E., On the effect of foliar applied manganese on the concentration of manganese in oat roots. *Physiol. Plantarum* **13**, 786—792 (1960).
- Bould, C., Methods of applying nutrients to fruit trees. *Fruit Year Book* **96—99** (1950).
- Bould, C. D., J. D. Nicholas, J. A. H. Tolhurst and J. M. S. Potter, Zinc deficiency of fruit trees in Great Britain. *J. horticult. Sci.* **28**, 260—267 (1953).
- Boynton, D., Nutrition by foliar application. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **5**, 31—54 (1954).
- Buchner, A., Neuere Erfahrungen über die Blattdüngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali. *Pflanzenschutz* **7**, 20—22 (1955).
- , Zur Blattdüngung des Getreides mit Stickstoff. *Mitt. d. DLG.* **71**, 154—155 (1956).
- , Zur Blattdüngung der Kartoffeln mit Stickstoff. *Kartoffelbau* **8**, 94 (1957).
- Bukovac, M. J., and S. H. Wittwer, Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiol.* **32**, 428—435 (1957).
- Burell, A. B., and D. Boynton, *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **42**, 61—64 (1943). (zit. nach Boynton, 1954).
- Chandler, W. H., D. R. Hoagland and P. L. Hibbard, Little-leaf or rosette of fruit trees III. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **30**, 70—86 (1933).
- Cook, J. A., and D. Boynton, Some factors affecting the absorption of urea by the McIntosh apple leaves. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **59**, 82—90 (1952).
- Degman, E. S., Effect of boron sprays on fruit set and yield of Anjou pears. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **62**, 167—172, (1953).
- Dickey, R. D., M. Drosdoff and J. Hamilton, Copper deficiency of tung in Florida. *Fla. Agr. Expt. Sta. Bull.* **447**, 5—31 (1948).
- Eggert, R. L. T. Kardos and R. T. Smith, The relative absorption of phosphorus by apple trees and fruits from foliar sprays, and from soil applications of fertilizer, using radioactive phosphorus as a tracer. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **60**, 75—86 (1952).

- Emert, E. M., and J. E. Klinker, Spraying tomato foliage with sucrose to increase carbohydrates and protect against injury by urea sprays. Kentucky Agric. Expt. Sta. Bull. **550**, 1—6 (1950).
- Fisher, E. G., and D. R. Walker, The apparent absorption of phosphorus and magnesium from sprays applied to the lower surface of McIntosh apple leaves. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. **65**, 17—24 (1955).
- Foy, C. D., G. Montenegro and S. A. Barber, Foliar feeding of corn with urea nitrogen. Proc. Amer. Soc. Soil Sci. **17**, 387—390 (1953).
- Gassner, G., und K. Hassebrauk, Über die Beeinflussung der Rostanfälligkeit durch Eintauchen geimpfter Blätter in Lösungen von Mineralsalzen und anderen Stoffen. Phytopath. Z. **5**, 323—342 (1933).
- Geissler, Th., Weitere Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme durch die Blätter bei Spinat. Arch. Gartenbau **3**, 219—226 (1955).
- , Die Nährstoffaufnahme der Gemüsepflanzen über die Blätter. Mineraldünger im Gemüsebau, 131—175, Berlin, 1959.
- Geraldson, C. M., Control of blossom end rot of tomatoes. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. **69**, 309—319 (1957).
- Gessner, F., und A. Kaukal, Die Ionen-Aufnahme submerser Wasserpflanzen in ihrer Abhängigkeit von der Konzentration der Nährlösung. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **65**, 155—163 (1952).
- Gris, E., Compt. rend. **19**, 1118—1119 (1844). (zit. nach Wittwer und Teubner, 1959).
- Gruppe, W., Versuche mit Harnstoffspritzungen an Apfelbäumen. Gartenbauwissenschaft **23**, 494—506 (1958).
- Guest, P. L., and H. D. Chapman, Use of iron sprays, dusts, and soil applications to control iron chlorosis of citrus. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. **54**, 11—21 (1949).
- Haas, A. R., Experimental application of urea to lemon leaves. Calif. Citrograph **34**, 286 (1949).
- Hamilton, J. M., D. H. Palmiter and L. C. Anderson, Preliminary tests with uramon in foliage sprays as a means of regulating the nitrogen supply of apple trees. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. **42**, 123—126 (1943).
- Healy, W. B., Note on zinc deficiency of citrus at Aitutaki, Cook Islands. New Zealand J. Sci. Technol., Ser. A. **34**, 228—230 (1952).
- Hiltner, E., und W. Kronberger, Über die Zuführung von Nähr- und Heilstoffen durch die Blätter. Ernähr. d. Pflanze **20**, 65 u. 73 (1924).
- Hiltner, L., Über die Beeinflussung des Wachstums der Pflanzen durch deren Bespritzen und Bestäubung mit giftigen oder düngenden Stoffen. Prakt. Blätt. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 17, 29, 65 (1909).
- , Über die Ernährung der Pflanzen mit mineralischen Stoffen durch die Blätter. Prakt. Blätt. Pflanzenbau u. -schutz **10**, 6 (1912).
- Hinsvark, O. N., S. H. Wittwer and H. B. Tukey, The metabolism of foliar applied urea. 1. Relative rates of $C^{14}O_2$ production by certain vegetable plants treated with labeled urea. Plant Physiol. **28**, 70—76 (1953).
- Humbert, R. P., and N. S. Hanson, Hawaiian Sugar Planters Assoc. Spec. Release No. 64; 1—11 (1952), (zit. nach Boynton 1954).

- Ibonenko, T. K., (über die Wechselwirkungen zwischen der Mineralstoffernährung durch Wurzel und Blätter und der Photosynthese in den Pflanzen). Pflanzenphysiologie **6**, 95—97 (1959) russ., Ref.: Landw. Zbl. II, **4**, 2544 (1959).
- Johnson, M. O., The spraving of yellow pineapple plants on manganese soils with iron sulfate solutions. Hawaii Agr. Expt Sta. Press Bull. **51** (1916).
- Jones, W. W., and E. R. Parker, Application of urea to foliage of orange trees. Calif. Citrograph **34**, 463 (1949).
- Kaindi, K., Untersuchungen über die Aufnahme von P^{32} -markiertem primärem Kaliumphosphat durch die Blattoberfläche. Bodenkultur **7**, 324—353 (1953).
- Kick, H., und D. Hellwig, Vegetationsversuche mit *Helianthus annuus* zur quantitativen Aufnahme von N, P, K über das Blatt im Vergleich zur Aufnahme über die Wurzel. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **84** (129), 265—271 (1959).
- Krzysch, G., Blattdüngung mit Mineralsalzen. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **80**, (125), 42—55 (1958 a).
- Die Wirkungen verschiedener N-, P- und K-Verbindungen bei Anwendung als Blattdüngemittel. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **82** (127), 107 bis 120 (1958 b).
- Der Einfluß steigender Salzkonzentrationen und der Spritztermine auf den Erfolg einer Blattdüngung. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **83** (128), 214—225 (1958 c).
- und W. Eberhardt, Die Bekämpfung des Getreide-Mehltaues (*Erysiphe graminis* D. C.) durch ernährende Blattspritzungen. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **88** (133), 193—202 (1960 a).
- und —, Zur Blattdüngung des Hafers mit Stickstoff. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **89** (134), 97—102 (1960 b).
- Kürten, P. W., Düngungstechnische Tagesfragen. In: Kartoffelbau — gestern, heute und morgen. Hefte für den Kartoffelbau Nr. 12, 29—44 Hildesheim, 1961.
- Lambertz, P., Untersuchungen über das Vorkommen von Plasmodesmen in den Epidermisaußenwänden. Planta **44**, 147—190 (1954).
- Leyden, R. F., and S. J. Toth, Behaviour of zinc sulfate as foliar applications and soil applications in some New Jersey soils. Soil Sci. **89**, 223—228 (1960).
- Malavolta, E., J. P. Arzolla and H. P. Haag, Absorption of radio-zinc by young coffee plants (*Coffea arabica*) grown in nutrient solution. Phyton **6**, 1—6 (1956).
- Matzkow, F. F., und T. K. Ibonenko, Über gegenseitige Beziehungen zwischen der Blatternährung, der Photosynthese und der Wurzelernährung bei den Pflanzen). Ber. Akad. Wiss. UdSSR **118**, 601—603 (1958) russ., Ref.: Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. **86** (131), 165 (1959).
- Mayer, A., Über die Aufnahme von Ammoniak durch oberirdische Pflanzenteile. Dtsch. Landw. Jahrb. **17**, 329—340 (1874).
- Molisch, H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena, 1892.
- Montelaro, J., C. B. Hall and F. S. Jamison, Effect of magnesium sulfate on the rate of absorption of urea by tomato leaves. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci. **62**, 363—366 (1953).

- Oland, K., and T. B. Opland, Uptake of magnesium by apple leaves. *Physiol. Plantarum* **9**, 401—411 (1956).
- Oliver, W. F., Absorption and translocation of phosphorus by foliage. *Sci. Agric.* **32**, 427—432 (1952).
- Parker, E. R., *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **35**, 217—226 (1938), (Zit. nach Boynton, 1954).
- , and R. W. Southwick, *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **39**, 51—58 (1941). (Zit. nach Boynton, 1954).
- Petrosini, G., La nutrizione completa epigeica del pomodoro. *Ann. Sperimentaz. agrar.*, N. S. **11**, 1405—1418 (1957). Ref.: *Landw. Zbl. II*, **4**, 1034 (1959).
- Pirone, P. P., The pros and cons of foliage feeding. *Rose Annu.* **29**—31 (1958).
- Ramunni, A., Prove di assorbimento per via fogliare del potassio, sotto forma di sali diversi, in *Nicotiana tabacum*. *Tabacco* **62**, 245—254 (1958). Ref.: *Landw. Zbl. II*, **4**, 2301 (1959).
- Rauterberg, E., Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschiedener Salze zur Blattdüngung. *Landw. Forsch., Sonderh.* **9**, 94—95 (1957).
- Sachs, J., Erfahrungen über die Behandlung chlorotischer Gartenpflanzen. *Arb. Bot. Inst. Würzburg*, **3**, 433—458 (1888).
- Scherewerja, N. I., (Über die Wechselbeziehungen der Mineralstoffernährung der Pflanze durch Blätter und Wurzeln). *Pflanzenphysiologie* **6**, 21—29 (1959) russ., Ref.: *Landw. Zbl. II*, **4**, 2543—2544 (1959).
- Schumacher, W., Über Ektodesmen und Plasmodesmen. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* **70**, 335—345 (1957).
- , und P. Lambertz, Über die Beziehungen zwischen der Stoffaufnahme durch Blattepidermen und der Zahl der Plasmodesmen in den Außenwänden. *Planta* **47**, 47—52 (1956).
- Scott, L. E., and D. H. Scott, Further observations on the response of grape vines to soil and spray applications of magnesium sulfate. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **60**, 117—122 (1952).
- Silberstein, O. and S. H. Wittwer, Foliar application of phosphatic nutrients to vegetable crops. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **58**, 179—190 (1951).
- Single, W. V., The mobility of manganese in the wheat plant. I. Redistribution and foliar application. *Ann. Bot.* **22**, 479—488 (1958).
- Steubing, L., Hydraturänderung durch oberirdische Wasser- und Nährstoffaufnahme. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* **72**, (26)—(27), (1959).
- Stewart, J., and C. D. Leonard, Molybdenum deficiencies in Florida Citrus. *Nature* **170**, 714—715 (1952).
- , and —, Correction of molybdenum deficiency in Florida Citrus. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **62**, 111—115 (1953).
- Swanson, C. A., and B. J. Withney jr., The translocation of foliar-applied phosphorus ³² and other radioisotopes in bean plants. *Am. J. Bot.* **40**, 816—823 (1953).
- Thorne, G. N., Absorption of nitrogen, phosphorus and potassium from nutrient sprays by leaves. *J. exper. Bot.* **5**, 37—48 (1954).
- , Uptake of nutrients from leaf sprays by agricultural crops. *Rept. Rothamsted exper. Stat.* **188**—194 (1955).

- The effect of applying a nutrient in leaf sprays on the absorption of the same nutrient by the roots. *J. exper. Bot.* **8**, 401—412 (1957).
- and D. J. Watson. Field experiments on uptake of nitrogen from leaf sprays by sugar beet. *J. agric. Sci.* **47**, 12—22 (1956).
- Tieffitz, G. Ein Beitrag zur Frage der Ernährung über das Blatt Kulturpflanze (Gatersleben) **4**, 325—346 (1956).
- Tolker, H. S., S. H. Whitmer, F. G. Teubner and W. G. Licht. Utilization of radioactive isotopes in resolving the effectiveness of foliar absorption of plant nutrients. *Proc. Intern. Conf. on the Peaceful Uses of Atomic Energy* United Nations New York **12**, 136—146 (1956).
- Vanselow, A. E. and N. F. Davis. Molybdenum deficiency of the Citrus plant. *Soil Sci.* **67**, 363—375 (1949).
- Talbot, R. and D. Mc Allister. Factors affecting the foliar absorption of N^{15} labeled urea by tobacco. *Proc. Soil Sci. Soc. America* **18**, 306—312 (1954).
- Wallihan, E. F. and L. Heymann-Herschtweig. Some factors affecting absorption and translocation of zinc in Citrus. *Plant Physiol.* **31**, 294—299 (1956).
- Wilberg, E. and G. Möller. Ein Beitrag zur „Nadklopfung“. *Z. landw. Vers. u. Unters.-Wesen* **1**, 242—244 (1955).
- Whitmer, S. H. and W. S. Lundahl. Autoradiography as an aid in determining the gross absorption and utilization of foliar applied nutrients. *Plant Physiol.* **26**, 792—797 (1951).
- and F. G. Teubner. Foliar absorption of mineral nutrients. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **10**, 13—32 (1959).
- Woodbridge, C. G. Zinc deficiency in fruit trees in the Okanagan Valley in British Columbia. *Canad. J. Agricul. Sci.* **34**, 545—551 (1954).
- Yalabawa, M. Die Verwendung von radioaktivem Phosphor P^{32} bei Untersuchungen über die Blaudungung mit Phosphorsäure. *Phosphorsäure* **14**, 219—226 (1954).

Besprechungen aus der Literatur

Gabriel, A., Die Wüsten der Erde und ihre Erforschung. (Verständl. Wiss., naturwiss. Abtlg. Bd. 76.) Springer-Verlag, Berlin—Göttingen—Heidelberg 1961. kl.-8°. VIII, 167 S., 34 Abb. u. Kartenanhang. Ganzln. 8,80 DM.

In der Schriftenreihe „Verständliche Wissenschaft“ ist von einem berufenen Kenner eine Darstellung aller Wüsten der Erde erschienen, die ihre Entstehung, die in ihnen auftretenden Kräfte und Formen, Pflanzen und Tiere usw. zum Inhalt hat. Nicht zum wenigsten interessiert das abschließende Kapitel über die Zukunft der Wüsten. Selbst in naturwissenschaftlich gebildeten Kreisen ist es heute noch nicht Gemeingut, daß die Wüsten eine Funktion einer bestimmten Lage auf der Erde sind und daß ihre Entstehungsursachen in den allgemeinen Gesetzen der Luftzirkulation liegen. Dies muß man sich immer wieder vergegenwärtigen, wenn in der Sensationspresse unserer Tage von utopischen Plänen berichtet wird, dieses oder jenes Wüstengebiet der menschlichen Ernährung dienstbar zu machen. „... an dem Urzustand der Wüsten ist durch menschliche Eingriffe nicht zu rütteln. Ohnmächtig sind wir, und mögen wir noch so viele grüne Inseln schaffen und das Odland zwingen, seine Eroberungen der letzten Jahrtausende wieder freizugeben“. — Das Büchlein ist sehr fesselnd geschrieben und kann wärmstens empfohlen werden.

Hassebrauk, Braunschweig

Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. (Sammlung „Die Wissenschaft“ Band 78.) 4. Aufl., 646 S., 281 Abb., Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1961. Hlw. 54,— DM.

„Das Klima der bodennahen Luftschicht“ von R. Geiger erschien erstmalig im Jahre 1927. Es war die erste zusammenfassende Darstellung der Mikroklimatologie. Bis 1950 erschien dieses Werk in zwei weiteren Auflagen, es wurde besonders durch eine amerikanische Ausgabe in aller Welt verbreitet und fand überall volle Anerkennung. Zum Lobe dieses Werkes kann daher heute kaum noch etwas beigetragen werden.

Die vorliegende 4. Auflage zeigt, welche gewaltige Entwicklung die Mikroklimatologie im letzten Jahrzehnt erfahren hat. Besonders auch auf dem Gebiet der Agrarmeteorologie wurden unsere Kenntnisse in den letzten Jahren stark vertieft, woraus sich vielfältige praktische Folgerungen ergaben. Das wird z. B. bei der Lektüre des Kapitels über den „Einfluß der Unterlage auf die bodennahe Luftschicht“ mit den Einzelfragen wie „Bodenbearbeitung“, „Bodenbedeckung“, „Bodenfeuchtigkeit“ und „Bodenfrost“ deutlich. Durch Vergleich mit der 3. Auflage kann man die Fortentwicklung des Gesamtgebietes jedoch auch an jedem anderen Kapitel erkennen. Das gilt für spezielle Einzelercheinungen ebenso wie für grundlegende Probleme. So wird die Erweiterung unserer Kenntnisse vom Weinbergklima bei Behandlung des Einflusses der Erziehungsformen der Reben auf das Bestandsklima ersichtlich, einer Frage, der man in den letzten Jahren besonders in Deutschland nachgegangen ist. Die dreißig Seiten umfassende Darstellung der zahlenmäßigen Erfassung der Wärmehaushaltsgrößen be-

ruht fast ausschließlich auf den Untersuchungen des letzten Jahrzehntes und ist überhaupt erst durch diese Arbeiten ermöglicht worden.

Diese nahezu stürmische Entwicklung machte es erforderlich, daß der Autor sein Werk völlig neu schreiben mußte. Wie er selbst im Vorwort betont, sind keine drei Druckseiten Text unverändert übernommen worden. Die Hälfte aller Abbildungen ist neu, der Umfang wurde um 225 Seiten erweitert. Wurde schon den früheren Auflagen höchste Achtung erwiesen, so verdient es die Neuauflage in besonderem Maße. Es ist eine gewaltige Leistung, die schwellende Flut der Spezialarbeiten zu meistern und daraus einen Wegweiser durch den Irrgarten der Wissenschaft zu zimmern. Die Anlage des Werkes ist unverändert geblieben und dürfte für ein Lehrbuch vorbildlich sein. Dieses Buch ist eine leicht faßliche und anschauliche Einführung in die Mikroklimatologie geblieben, zugleich aber auch ein wertvolles Nachschlagewerk. Überall führt der Autor an die aktuellen Probleme heran, der Zugang zur Spezialliteratur wird durch ein sorgfältig ausgelesenes Verzeichnis von über 1200 Arbeiten erschlossen. Neu gegenüber der 3. Auflage ist ein Abschnitt über „Meßtechnische Hinweise für mikroklimatologische und mikrometeorologische Untersuchungen“, das G. Hofmann beisteuerte.

Auf den verschiedensten Gebieten kommt heute der Fachmann in zunehmendem Maße mit der Mikroklimatologie in Berührung, sei es in der Land- und Forstwirtschaft, in Phytopathologie und Entomologie, in Medizin und Architektur, in der Verkehrswissenschaft oder Landesplanung. Hier wird diese Neuauflage wertvolle Hilfe leisten, da es dem Fernerstehenden nicht mehr möglich ist, die mikroklimatologische Literatur zu verfolgen und sich in ihr ohne eine derartige Hilfe zurechtzufinden.

J. Ullrich, Braunschweig

Liebmann, Hans, Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie. Band II. Lieferung 7. R. Oldenbourg, München 1960.

Mit der Lieferung 7 ist nunmehr der Band II des Handbuches der Frischwasser- und Abwasser-Biologie mit 1149 Seiten, 500 Abbildungen und 85 Tabellen abgeschlossen. Diese Lieferung enthält die Schlußkapitel zur Toxikologie des Abwassers, sodann einen Abschnitt über spezielle Schädigungen der Organismen, besonders der Fische durch nicht giftig wirkende Substanzen, sowie einen Ausblick: Biologische Wasserwirtschaft. Darauf folgen u. a. das Literaturverzeichnis (100 Seiten), das Namen- und Sachverzeichnis (50 Seiten). Insgesamt können wir dankbar sein, daß nunmehr ein derart umfassendes Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie in deutscher Sprache vorliegt, dem wir es recht wünschen möchten, daß es von vielen Fachwissenschaftlern, Biologen und vor allem von Ministerialbeamten gelesen und beachtet wird.

Der vergriffene Band I zu diesem Handbuch liegt, wie Ref. vom Verf. erfährt, bereits in der Fahrenkorrektur vor und wird Ende ds. Js. noch erscheinen.

H. Ruge, Hamburg

Riehl, Alfred, Jochalgen (Konjugaten). 88 S., 45 Abb. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1961. Kart. 9,80 DM.

Es ist in jeder Hinsicht dankenswert, daß hier eine so formenreiche Organismengruppe wie die der Konjugaten nicht nur dem Kreis der Lehrenden und Lernenden, sondern auch dem begeisterungsfähigen Laien zugänglich gemacht wird, bieten doch gerade die „Zieralgen“ unter ihnen dem ästhetischen Empfinden besonders reiche Abwechslung.

Das Büchlein gibt in knapper Form einen Querschnitt durch die Fragestellungen: Einem kurzen Abriß zur Phylogenese folgen Kapitel über Vermehrung und Fortpflanzung, die der Verfasser in schematischen Zeichnungen für jedermann verständlich macht. — Begriffserklärungen wie „gleichberechtigte“ — bzw. „ungleichberechtigte Eheschließung“ (für isogame bzw. anisogame Konjugation) oder „Tanzstübchen“ (für Endvakuole) sollte man jedoch vermeiden. — Zur Untersuchungstechnik werden Methoden der Fixierung, Präparation sowie Kultur angegeben. Im Abschnitt über die Morphologie sind besonders die charakteristischen Symmetrieverhältnisse hervorgehoben und räumlich dargestellt. Ein vereinfachter Bestimmungsschlüssel ermöglicht das Bestimmen der Gattungen; zu eingehenderem Studium verweist Verf. auf Standardwerke und Spezialliteratur.

Sehr erfreulich ist die große Zahl der Abbildungen, darunter vor allem der Originale, obgleich sie der besonderen Zierlichkeit der Algen leider nicht gerecht werden.

G. Kraepelin, Braunschweig

Werner, C. F., Wortelemente lateinisch-griechischer Fachausdrücke in den biologischen Wissenschaften, 2., erw. u. verb. Aufl. Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig K.-G., Leipzig 1961. 8. 471 S. Gbd. 22,— DM.

Die neue Auflage von Werners „Wortelementen“, die schon nach wenigen Jahren erforderlich war, ist wesentlich erweitert und vielfach umgearbeitet. Erfreulicherweise sind nun auch botanische Fachausdrücke stärker als bisher berücksichtigt, so daß das Buch für den Botaniker an Wert und Interesse gewonnen hat. In seiner Art unterscheidet sich Werners Buch weitgehend von den üblichen Fachwörterbüchern der Biologie. Denn der Verfasser bringt eine Bedeutungsanalyse der heutigen Fachausdrücke und Namen, denen eine formale Analyse vorausgeht. Demgemäß werden auch die Wortbestandteile (Präfixe, Suffixe, Wortstämme usw.) in besonderen Listen erläutert. Das Buch ist nicht nur für Studierende einer biologischen Disziplin von Wert, sondern bietet auch dem Fachmann, selbst dem Fachmann humanistischer Vorbildung, viel Anregungen und manche wertvollen Aufschlüsse, da es überall die Brücken zwischen den klassischen Sprachen und der stark veränderten modernen Fachsprache schlägt.

Hassebrauk, Braunschweig

Personalnachrichten

Unser Mitglied Professor Dr. Gustav Aufhammer, Freising-Weihenstephan, wurde für ein weiteres Jahr zum Rektor der Technischen Hochschule München gewählt.

Unser Mitglied Professor Dr. Hansferdinand Linskens, Nijmegen, hat einen Ruf auf den Lehrstuhl der Botanik der Universität Fribourg (Schweiz) abgelehnt.

Unser Mitglied Professor Dr. Siegfried Windisch, Berlin, ist zum Stellvertretenden Vorsitzenden der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie gewählt worden.

Aus der Mitgliederbewegung

Todesfall

Von unseren Mitgliedern haben wir durch den Tod verloren: Professor Dr. Friedrich König, Steinach bei Straubing, am 23. Juli 1961 im Alter von 60 Jahren.

Neues Mitglied

Geisler, Dr. G., 154 Constancestreet, Mareeba/Queensland (Australien).



Lowmanskijk.

In memoriam Johanna Westerdijk

Am 15. November 1961 starb das Ehrenmitglied der Vereinigung für angewandte Botanik Frau Professor Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. Johanna Westerdijk.

Johanna Westerdijk wurde am 4. Januar 1883 in Amsterdam geboren. Sie studierte in ihrer Vaterstadt Biologie unter Hugo de Vries und wurde durch C. J. J. van Hall in die Phytopathologie eingeführt, der dann ihre Lebensarbeit gewidmet war. Nach kurzer Tätigkeit in München bei Goebel promovierte sie 1906 in Zürich und wurde unmittelbar darauf bereits in jungen Jahren mit der Leitung des 1895 von de Vries in Amsterdam gegründeten Phytopathologischen Laboratoriums „Willie Commelin Scholten“ betraut. 1907 wurde sie gleichzeitig zur Direktorin des ein Jahr zuvor gegründeten „Centraalbureaus voor Schimmelcultures“ ernannt. 1917 wurde Johanna Westerdijk als erste Frau in den Niederlanden zum a. o. Professor an der Reichsuniversität Utrecht und 1931 zum a. o. Professor an der städtischen Universität Amsterdam ernannt.

Das Laboratorium W. C. S. und das Centraalbureau wurden 1920 nach Baarn verlegt, wo beide Stiftungen unter der tatkräftigen Leitung von Johanna Westerdijk schnell zur Weltgeltung gelangten. Insbesondere waren es die wertvollen, von Jahr zu Jahr umfangreicher werdenden mykologischen Sammlungen des Centraalbureaus, die den internationalen Ruf dieser Forschungsstätte und ihrer Leiterin festigten. Trotz der zeitraubenden Verwaltungs- und Lehrtätigkeit hat Johanna Westerdijk mit unermüdlichem Fleiß die wissenschaftliche Forschung ihrer Mitarbeiter gelenkt und gefördert. Unter ihrer Leitung sind zahlreiche bedeutsame wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt worden und haben 53 Jünger der Botanik promoviert.

1952 trat Johanna Westerdijk von der Leitung des Laboratoriums W. C. S. zurück. 1958 legte sie dann auch die Leitung des Centraalbureaus in jüngere Hände.

Die großen wissenschaftlichen und organisatorischen Leistungen dieser überragenden Frau fanden in der ganzen Welt mannigfache Anerkennung. Sie war Offizier des Ordens von Oranje-Nassau, Ritter des Ordens von „de Nederlandsche Leeuw“ und des Ordens von „Santiago da Espada“. Sie war Mitglied der Königl. Niederländischen Akademie der Wissenschaften und Ehrenmitglied zahlreicher in- und ausländischer wissenschaftlicher Gesellschaften. Die Universitäten Upsala und Gießen verliehen ihr den Ehrendoktor. Nachdem 1952 die Otto-Appel-Denk-münze gestiftet war, wurde Frau Westerdijk als erste damit ausgezeichnet.

Der Vereinigung für angewandte Botanik gehörte die Verstorbene seit 1919 an.

K. Hassebrauk

Aus dem Botanischen Institut der Universität Gießen

Wirkungen von Behandlungen mit Gibberellinen auf die Entwicklung von Pflanzen*)

Von

Rüdiger Knapp

Einleitung

Die Untersuchung der Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline haben dank der intensiven Arbeiten an zahlreichen Instituten in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht. Zunächst spielt die Ermittlung der chemischen Struktur dieser Gruppe von Verbindungen eine große Rolle. Sie kann noch keineswegs in allen Einzelheiten (z. B. Stereochemie) als abgeschlossen gelten. Als sehr wesentlich hat sich in den letzten Jahren der Nachweis von Gibberellinen in zahlreichen höheren Pflanzen erwiesen. Die Gibberelline können offensichtlich in höheren Pflanzen aufgebaut werden. Diese endogenen Gibberelline spielen wahrscheinlich auch bei natürlichen Entwicklungs-, Wachstums- und Differenzierungsvorgängen der höheren Pflanzen eine entscheidende Rolle.

Noch vor der Entdeckung der in höheren Pflanzen endogenen Gibberelline war es möglich durch Fermentation von Kulturen des Pilzes *Gibberella fujikuroi* (= *Fusarium moniliforme*) und anschließender Aufbereitung bestimmte Gibberelline, insbesondere Gibberellinsäure, zu gewinnen. Hierdurch eröffnete sich die Möglichkeit, Gibberelline von außen her, zum Beispiel durch Aufbringung von Gibberellin-Lösungen auf die Oberfläche von Blättern, höheren Pflanzen oder Teilen von diesen zuzuführen. Auf diese Weise konnten einerseits die Wirkungen der Gibberelline studiert werden. Andererseits ergab sich die Möglichkeit, günstige Wirkungen der Gibberelline zur Erzielung höherer Erträge, eines vermehrten Blüten- oder Fruchtansatzes oder in anderer Hinsicht im landwirtschaftlichen Pflanzenbau, im Gartenbau, in der Forstwirtschaft und auf anderen Gebieten zu erproben und zum Teil auch bereits in der Praxis anzuwenden.

Von dem inzwischen sehr umfangreich gewordenen Gesamtbereich der Arbeiten über Gibberelline sollen in dem vorliegenden Bericht die Wirkungen dieser Substanzen auf die Keimung, auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und das Wachstum der Pflanzen, soweit sie durch äußere Gibberellin-Gaben auf Blätter und andere Teile von Pflanzen erkannt werden können, behandelt werden. Weitaus der größte Teil der Veröffentlichungen über Gibberelline beschäftigt sich mit diesen Fragen. Fast alle Bereiche einer bereits erfolgenden oder in Zukunft möglichen Anwendung von Gibberellinen in der Praxis gehören zu diesem Teil der Gibberellin-Untersuchungen. An anderer Stelle sollen die chemischen

*) Sammelreferate über Teilgebiete der angewandten Botanik: V.

und biologischen Nachweis-Methoden für Gibberelline, die gemeinsamen Wirkungen und physiologischen Wechselbeziehungen von Gibberellinen und anderen die Pflanzenentwicklung beeinflussenden organischen und anorganischen Verbindungen, die Effekte von Gibberellinen bei Gewebekulturen und die Bedeutung der in höheren Pflanzen endogenen Gibberelline zusammenfassend dargestellt werden. Der chemische Aufbau der Gibberelline ist hier nur in einem kurzen Kapitel gekennzeichnet worden (ausführlichere Darstellungen über die chemischen Reaktionen der Gibberelline und deren Struktur bei BRIAN, GROVE u. MAC MILLAN 1960, CROSS, GALT u. Mitarb. 1962, SUMIKI 1962 a).

Die Entdeckung der Gibberelline und die Anfänge der Untersuchungen über die Eigenschaften und Wirkungen dieser Verbindungen sind hier nicht behandelt, da sie bereits an anderer Stelle mehrfach beschrieben wurden (z. B. STOWE u. YAMAKI 1957, KNAPP 1958 a, STODOLA 1958, 1962, BRIAN, GROVE u. MAC MILLAN 1960, MORGAN 1962).

Chemische Eigenschaften der bisher bekannten Gibberelline

Biologisch und für die Praxis sind in erster Linie die Gibberelline der Gibberellin A-Gruppe von Bedeutung. Bisher sind von dieser 9 Verbindungen bekannt geworden, die als Gibberelline A₁–A₉ bezeichnet werden. Gibberellinsäure ist nach dieser Nomenklatur Gibberellin A₃. Eigenschaften der 9 Gibberelline sind in Tabelle 1 zusammengestellt worden und ihre Strukturformeln in Abbildung 1 wiedergegeben.

Tabelle 1. Einige Eigenschaften der Gibberelline.

		Molekular- ge- wicht	Iso- liert aus ¹⁾	Dekom- positions- punkt ^{2) 3)}	[α] D ^{3) 5)}	Methylester		Erste Be- schrei- bung
						Schmelz- punkt ⁵⁾	[α] D ³⁾	
Gibberellin A ₁	C ₁₉ H ₂₄ O ₆	348	G + A	255–258	+36	234–235	+46	1955
Gibberellin A ₂	C ₁₉ H ₂₆ O ₆	350	G	235–237 255	+12	190–192	+28	1955
Gibberellin A ₃ (= Gibberel- linsäure)	C ₁₉ H ₂₂ O ₆	346	G + (P)	233–235 285	+92	209–210	+75	1954
Gibberellin A ₄ ⁴⁾	C ₁₉ H ₂₄ N ₅	332	G	214–215	–3	176	0	1957
Gibberellin A ₅	C ₁₉ H ₂₂ O ₅	330	P	260–261	–77	190–191	–75	1959
Gibberellin A ₆	C ₁₉ H ₂₄ O ₆	348	P	222–225 206–209	–28	137		1960
Gibberellin A ₇	C ₁₉ H ₂₂ O ₅	330	G	202	+20	168–170 152–153		1960
Gibberellin A ₈	C ₁₉ H ₂₄ O ₇	364	P	210–215	+30	231–236		1960
Gibberellin A ₉	C ₁₉ H ₂₄ O ₄	316	G	208–211	–12	136		1960

¹⁾ G = Aus Kulturmedien von *Gibberella fujikuroi*, P = Aus *Phaeoelus*-Samen, A = Aus verschiedenen Angiospermen.

²⁾ Oft variierend. Zur Erkennung reiner Substanzen ungeeignet.

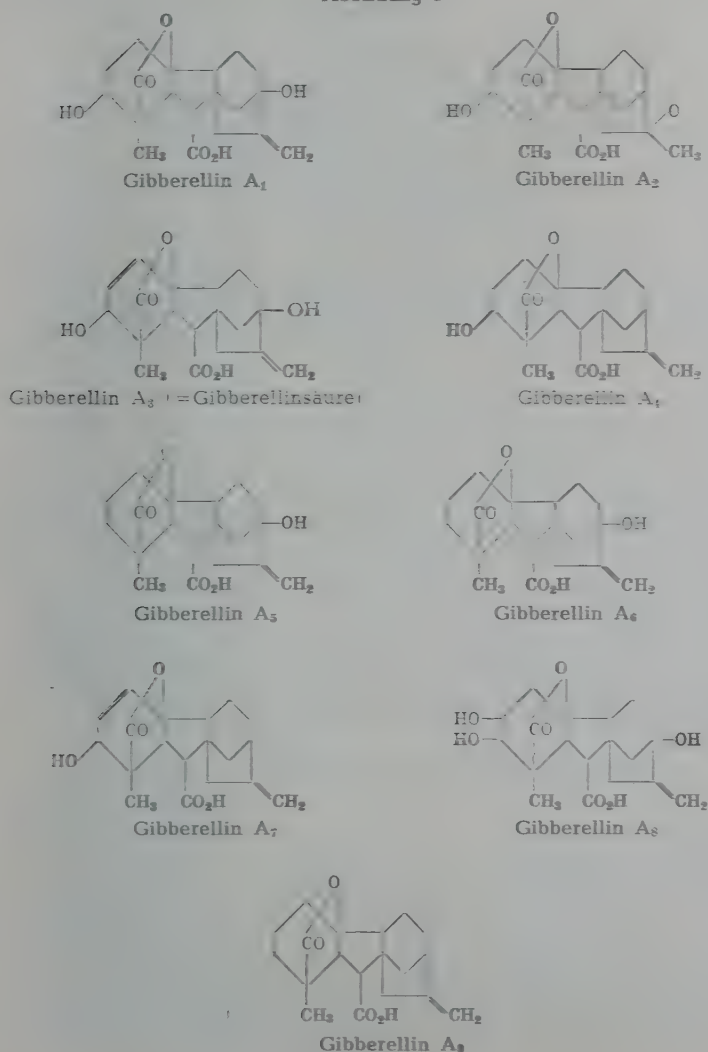
³⁾ In Äthyl- oder Methyl-Alkohol.

⁴⁾ Nach Brian, Grove u. Mac Millan 1960. Nach Takahashi, Seta et. al. (1957) Dekompositionspunkt 222°, [α] D–21°.

⁵⁾ Für Gibberellin A₆–9 nach J. F. Grove. Dekompositions- und Schmelzpunkt teilweise für polymorphe Formen.

Die Struktur der Gibberelline kann noch nicht als vollständig gesichert gelten. Hinsichtlich der Einfügung des Laktonringes und der Lage der Doppelbindung bei der Gibberellinsäure im A-Ring bestehen unterschiedliche Auffassungen zwischen der englischen Arbeitsgruppe (z. B. CROSS, GROVE u. Mitarb. 1958) und japanischen Bearbeitern (z. B. TAKAHASHI, SETA u. Mitarb. 1958, SUMIKI 1962 a). Abbildung 1 zeigt die

Abbildung 1



Strukturformeln nach der englischen Auffassung. Die Strukturformel der Gibberellinsäure nach japanischer Auffassung ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

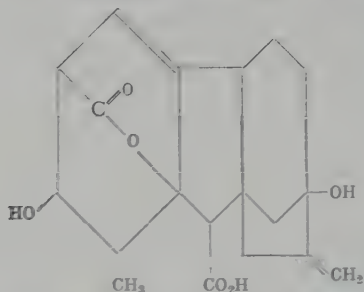


Abb. 2. Gibberellin A₃ (= Gibberellinsäure) nach japanischer Auffassung (Literatur im Text)

Von den 9 Gibberellinen im engeren Sinn (Gibberellin A₁–A₉) ist der größte Teil erst in letzter Zeit entdeckt worden (TAKAHASHI, SETA, KITAMURA u. SUMIKI 1957, MAC MILLAN, SEATON u. SUTER 1959, WEST u. PHINNEY 1959, CROSS, GALT u. HANSON 1960 a u. b, CROSS, GALT u. Mitarb. 1962). Es ist zu erwarten daß in Zukunft noch weitere Substanzen aus dieser Gruppe aufgefunden werden. Für die meisten bisherigen Untersuchungen stand nur Gibberellinsäure (= Gibberellin A₃) oder auch deren Kaliumsalz zur Verfügung. Teilweise wurden auch Mischpräparate zwischen Gibberellin A₃ und Gibberellinsäure verwendet.

Eine allgemein gültige Aussage über die Wirkungsart und Wirkungsintensität der verschiedenen Gibberelline ist dadurch sehr erschwert, daß diese bei den einzelnen Pflanzenarten auf Grund der bisherigen Untersuchungen (LOCKHART u. DEAL 1960, YAMAKI u. HASHIMOTO 1960, CROSS, GALT u. Mitarb. 1962, LOCKHART u. DEAL 1960, BRIAN u. HEMMING 1961) meist sehr verschieden ist. Es ist jedoch schon jetzt zu erkennen, daß die Art der Wirkung der einzelnen Gibberelline auf die Pflanzenentwicklung meist relativ gleichartig ist und daß in erster Linie nur der Intensitätsgrad der Wirkung der einzelnen Gibberelline unterschiedlich ist.

Methoden der Behandlung von Pflanzen mit Gibberellinen

Gibberelline sind in Alkohol sehr gut und in Wasser gut löslich; namentlich früher wurden sie daher mitunter in alkoholischer Lösung auf die Pflanzen aufgebracht. Jetzt wird dagegen meistens mit wäßrigen Lösungen gearbeitet.

Von wesentlicher Bedeutung ist die Haltbarkeit der Gibberelline. Untersuchungen zeigten (KNAPP n. p.), daß sie bei Aufbewahrung im Kühlschrank in wäßrigen Lösungen recht gut haltbar sind. Selbst nach Aufbewahrung in dieser Form während eines Zeitraumes von über 20 Wochen zeigten die Lösungen nur eine geringe Verringerung ihrer Wirksamkeit. Dagegen bewirkt ein Erhitzen der Lösungen zum Sieden

während 12 Stunden einen sehr starken Abfall der gibberellin-artigen Wirksamkeit.

Einen bemerkenswerten Abfall des Gehaltes an in höheren Pflanzen endogenen Gibberellinen stellte LANG (1960) fest, wenn bei Arbeiten zur Extraktion dieser Substanzen nicht besondere Vorsichtsmaßnahmen (Tiefkühlung, Arbeit in N-Atmosphäre) getroffen wurden. Diese Ergebnisse zeigen, daß bei einer Notwendigkeit von Aufbewahrung die Gibberellin-Lösungen gekühlt und eventuell noch besonders vor oxydativem Abbau geschützt werden sollten.

Die Lösungen werden am vorteilhaftesten auf die oberirdischen Teile der Pflanze aufgetragen. Gibberelline werden leicht durch die Blattoberfläche aufgenommen und wandern von dort in andere Teile der behandelten Pflanzen. Sie zeigen dort entsprechende Wirkungen. Als Wanderungsgeschwindigkeit wurde 5–10 mm pro Stunde ermittelt (PHINNEY 1956 b). Die Ausbreitung der Gibberelline in der Pflanze oder wenigstens ihrer Wirkungsmöglichkeit ist jedoch sehr unterschiedlich. Sie ist nach Untersuchungen an bestimmten Annualen und Baumarten (KNAPP n. p.) und an WEIN (ALLEWELDT 1962) bei einer Gruppe von Arten sehr begrenzt. Gibberelline können aber auch aus Pflanzenteilen, insbesondere Wurzeln, in den Boden oder in das Substrat (Nährlösung oder Quarzsand) gelangen (KNAPP 1959, 1960, CLODE 1959, KRUG 1962).

Bei quantitativen Arbeiten empfiehlt sich die Aufbringung von genau abgemessenen Mengen von Lösungen in Form von Tropfen, die mit einer Mikropipette aufgetragen werden. Gibberellin-Wirkungen können bereits bei kleinsten Mengen auftreten. Bei Keimlingen verschiedener Zwerg-Sorten wurden Wirkungen von folgenden Mengen von Gibberellinen bzw. Gibberellinsäure ab pro Pflanze festgestellt: Bei *Pisum sativum* 0,01 μg (BRIAN u. HEMMING 1955), bei *Zea mays* 0,001 μg (PHINNEY u. WEST 1957), bei *Pharbitis nil* (*Convolvulaceae*) Sorte „Kidachi“ 0,0005 μg (OGAWA u. IMAMURA 1958, IMAMURA, HIRONO u. OGAWA 1960). In der Praxis werden die Pflanzen meist mit Lösungen von bestimmten Konzentrationen besprüht. Es können auch Teile von Pflanzen, insbesondere Sproßspitzen in Gibberellin-Lösungen eingetaucht werden. Die am häufigsten angewandten Konzentrationen der Lösungen schwanken zwischen 10 und 1000 p. p. m. (Teile Gibberellin pro eine Million Teile Wasser). Netzmittel haben in den Fällen, in denen die Effekte quantitativ untersucht wurden, kaum eine Steigerung der Wirkung ergeben.

Bei Pflanzen, bei denen die Blätter noch nicht entwickelt sind und bei denen Lösungen schlecht haften bleiben, vor allem auch im Freiland, wo die Lösung durch Windeinwirkung mitunter schlecht an den Pflanzen verbleibt, kann Gibberellin auch in Form einer Lanolin-Paste angewendet werden.

In allerdings selteneren Fällen wurden Gibberellin-Lösungen auch in die Sprosse injiziert (z. B. BERK u. TSO 1958, MASUDA u. HAMOR 1959).

Eine Zufügung von Gibberellin-Lösungen in den Boden hat in bestimmten Fällen gezeigt, daß die Wirkung viel geringer als bei Applizierung über das Blatt war. Bei Zwergerbbsen zeigten sich folgende Ergebnisse für die Längen der nach der Gibberellin-Einwirkung gebildeten Internodien (KNAPP 1960):

Kontrollen	63,8 mm
12 µg (pro Pflanze) Gibberellinsäure auf Blätter	228,8 mm
100 µg (pro Pflanze) Gibberellinsäure in Böden	197,5 mm.

Diese Effekte könnten auf Adsorption der Gibberelline durch Bodenkolloide, auf mikrobiellem oder sonstigem chemischen Abbau beruhen. Sie könnten auch dadurch verursacht sein, daß nur ein Teil der Gibberelline durch die Wurzeln aufgenommen wird.

Eine einmalige Gibberellin-Gabe genügt vielfach schon, um Blütenbildung, Keimung oder andere Entwicklungsvorgänge auszulösen. Für eine dauerhafte Förderung des Sproßwachstums ist jedoch eine mehrmalige Behandlung in bestimmten Zeitabständen erforderlich. Nach Aufhören dieser Behandlungen klingt vielfach die Wachstumsförderung langsam ab. Oft kann es sogar dann zu einer Verlangsamung der Entwicklung gegenüber den unbehandelten Pflanzen kommen.

Gibberelline zeigen im allgemeinen an intakten Pflanzen beste Wirkungen. Aber auch an abgeschnittenen Zweigen, Blattscheiben (leaf disks), Gewebe- und Embryokulturen zeigen Gibberelline markante Wirkungen.

Bei Untersuchung der Wirkung auf die Samenkeimung können die Gibberelline dem Substrat zugefügt werden. Es ist auch möglich Samen in Gibberellin-Lösungen aufquellen zu lassen und dann auf anderen Substraten weiterzukultivieren. Die letztere Behandlungsart hat mitunter auch bei besonders kleinen Gibberellin-Gaben schon gute Resultate ergeben (z. B. WITTEWITZ u. BUKOVAC 1957 a, MOORE 1958).

Die Menge der optimalen und zur Erzielung einer bestimmten Wirkung notwendigen Gibberellin-Gabe ist im allgemeinen sehr unterschiedlich. Dieses sollte noch mehr als bisher berücksichtigt werden. Denn es ist natürlich von sehr unterschiedlicher Bedeutung, ob bereits mit 0,1 µg Gibberellin ein bestimmter Effekt erzielt wird oder aber erst mit 100 µg. Eine Anwendung kommt sogar nur in Ausnahmefällen in Frage, wenn eine Wirkung erst mit relativ großen Mengen von Gibberellinsäure zu erzielen ist, da diese Substanz trotz des sehr erheblichen Preisrückganges nach wie vor noch relativ teuer ist. Die Menge der notwendigen Gibberellin-Mengen hängt auch stark von der Größe der Pflanzen ab. Bei Keimlingen werden im allgemeinen viel geringere Mengen benötigt als bei herangewachsenen, umfangreichen Pflanzen.

Unterschiede der Gibberellin-Wirkung bei verschiedenen Arten und Sorten

Inzwischen sind die Wirkungen der Gibberelline auf sehr viele Pflanzenarten untersucht worden. Es kann auf Grund der Ergebnisse festgestellt werden, daß die Gibberelline bei den einzelnen Arten eine sehr unterschiedliche Wirkung haben können. Man muß daher bei Verallge-

meinerungen sehr vorsichtig sein. Als Beispiel sei die Wirkung der Gibberelline auf die Blütenbildung bei einigen Langtag-Pflanzen genannt. Die Wirkungen sind nicht nur bei verschiedenen Arten unterschiedlich, sondern auch bei Sorten derselben Spezies. Bei einer Anwendung der Gibberelline in der Praxis ist daher notwendig, bei jeder einzelnen Art und Sorte ihre spezielle Wirkung zu untersuchen und die günstigste Konzentration und Anwendungsweise zu erproben. In Zukunft wäre darüber hinaus zu prüfen, welches der Gibberelline die jeweils geeignetste Wirkung besitzt.

Die Erkenntnis dieser Wirkungsweise der Gibberelline hat mehr als bei den Effekten einer Reihe von anderen Verbindungen deutlich gemacht, wie unterschiedlich die biochemische Struktur auch bei nahe verwandten Pflanzenformen sein kann. Obwohl Gibberelline wahrscheinlich in allen höheren Pflanzen enthalten sind, ist ihre *Quantität* bei den einzelnen Arten, Sorten, Entwicklungsstadien und Teilen *sehr unterschiedlich hoch* (z. B. RADLEY 1958, CORCORAN 1959, LANG 1960, PHINNEY u. WEST 1960, RAPPAPORT u. SMITH 1962), wie in Tabelle 2 an einigen Beispielen gezeigt sei. Dementsprechend ist wahrscheinlich ihre Rolle im Gesamtstoffwechsel und bei den enzymatischen und hormonalen Wirkungen in den Pflanzen bei den einzelnen Arten recht verschieden.

Die unterschiedliche Wirkungsweise der Gibberelline könnte nach einigen bisher vorliegenden Untersuchungen teilweise durch gleichzeitige Anwesenheit von Verbindungen erklärt werden, welche die Gibberellin-Wirkung hemmen (CORCORAN 1959, ALLEWELDT 1962, KNAPP n. p.). Da Entwicklungs- und Wachstumsvorgänge *hemmende Stoffe* sehr unterschiedlich im Pflanzenreich verteilt und für einzelne Gattungen, Arten und Sorten spezifisch sein können (EVENARI 1949, KNAPP 1954) wäre eine umfassende allgemeine Bedeutung einer derartigen Wirkung durchaus denkbar.

Ein weiterer Grund für die Unterschiede ist, daß die verschiedenen Pflanzenarten in verschiedenen *Stadien ihrer Entwicklung* unterschiedlich stark auf Gibberellin reagieren (LONA 1962). Während zum Beispiel bei bestimmten Arten bei der Keimung kein wesentlicher Effekt von Gibberellin festzustellen ist, dagegen bei der Blütenbildung eine Langtagwirkung fast völlig durch Gibberellin-Gaben ersetzt werden kann, verhält sich *Taraxacum officinale* gerade umgekehrt. Bei dieser Art kann Gibberellin bei der Keimung eine Lichtgabe ersetzen. Dagegen wird die weitere Entwicklung und die Blütenbildung nicht wesentlich durch Gibberellin beeinflusst.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß rasch sich entwickelnde Pflanzen und Pflanzenteile, die nicht selten *hygromorphe* Struktur haben, besonders stark in der Entwicklung durch Gibberelline beeinflusst und gefördert werden. Beispiele für derartige Pflanzen sind *Galinsoga parviflora*, *Alnus glutinosa*, *Salvia splendens*, *Begonia semperflorens*, *Sinningia speciosa* und *Solanum tuberosum*. Im Wachstum langsame Pflanzen mit reduzierten Blättern und oft *xeromorpher* Struktur reagieren dagegen auf Gibberellin-Gaben im allgemeinen weniger. Beispiele für

Tabelle 2. Gibberellin-Mengen in verschiedenen Teilen und Arten von Pflanzen auf Grund der gibberellinartigen Wirkung von Extrakten (angegeben sind — mit Ausnahme für Endosperm-Brei von *Echinocystis* — den Wirkungen von bestimmten Mengen Gibberellinsäure [in µg] in 1 g Frischgewicht entsprechende Beträge)

<i>Pisum sativum</i>	Reife, trockene Samen	0,004	RADLEY 1958
<i>Pisum sativum</i>	Sprosse der Keimlinge	0,0016	RADLEY 1958
<i>Phaseolus multillorus</i>	Unreife Samen	0,25	RADLEY 1958
<i>Lupinus succulentus</i>	Kotyledonen und Epikotyl	17	CORCORAN 1959
<i>Lupinus succulentus</i>	Hypokotyl	0,6	CORCORAN 1959
<i>Lupinus succulentus</i>	Hülsen	0,1	CORCORAN 1959
<i>Echinocystis macrocarpa</i>	Kotyledonen	25,0	PHINNEY u. WEST 1960
<i>Echinocystis macrocarpa</i>	Fruchtwand	0	PHINNEY u. WEST 1960
<i>Echinocystis macrocarpa</i>	Endosperm-Brei (Gibberellinsäure pro ml)	500	PHINNEY u. WEST 1960

derartige schwach oder gar nicht durch Gibberellin beeinflusste Arten sind nach JANSEN (1960) *Sansevieria trifasciata*, *Aeonium tabulaeforme*, *Vriesea splendens*, *Aechmea fasciata*, *Euphorbia splendens* und *Epiphyllum truncatum*.

Eine gewisse Erkenntnis über die genetischen Grundlagen der Gibberellin-Wirkung wurde bereits relativ frühzeitig erreicht. Man stellte fest, daß Zwergmutanten vieler Arten (bei *Zea mays*, PHINNEY 1956, PHINNEY u. WEST 1957, bei *Pisum sativum* BRIAN u. HEMMING 1955, BRIAN 1957, BARBER 1958, BONDE u. MOORE 1958, JOUANNEAU-SKAKOUN 1962, bei *Pharbitis nil* IMAMURA, HIRONO u. OGAWA 1960, auch OGAWA u. IMAMURA 1958, bei *Lolium perenne* COOPER 1958, bei *Gossypium* ERGIE 1957, bei *Vicia* BRIAN u. HEMMING 1955, bei *Phaseolus vulgaris* BRIAN, ELSON u. MITARB. 1954, BRIAN u. HEMMING 1955, bei *Coffea* MONACO u. CARVALHO 1958, bei *Hordeum* STÖY u. HAGEBERG 1958, bei *Tephrosia vogelii* IRVINE u. FREYRE 1960, hierzu auch PLEMMER u. TOMES 1958, PILET u. COLLET 1960) durch Gibberelline in ihrem Wuchs besonders gefördert werden und in ihrer Höhe normalwüchsigen Sorten durch Einwirkung dieser Substanzen gleichkommen können. Man kann also annehmen, daß von diesen Sorten in entscheidenden Entwicklungsstadien nicht genügend Gibberellin für ein optimales Streckungswachstum aufgebaut werden kann oder zur Verfügung steht. Die Zwergsorten sind im übrigen zum Teil bewährte Testobjekte zum biologischen Nachweis von Gibberellinen geworden. Eine in dieser Beziehung besonders extreme Mutante wurde von WELLENSIEK (1959) durch Bestrahlung von Erbsen gewonnen. Diese ist nur durch Zufügung von Gibberellinen lebensfähig. Aber auch hinsichtlich der besonderen Förderung des Wachstums von Zwergsorten durch Gibberelline gibt es Ausnahmen.

Tetraploide Pflanzen werden durch Gibberelline weniger beeinflusst als Diploide, wie BOO (1939) an Roggen und 4 Leguminosen feststellte.

Gibberelline und Samen-Keimung

Die Keimung kann durch Gibberelline in den meisten bisher untersuchten Fällen beschleunigt werden. Oft ist die Förderung der Geschwindigkeit der Keimung durch Gibberelline um so größer, je langsamer die Samen ohne Einwirkung dieser Verbindungen keimen und je stärkere Hindernisse einer raschen Keimung entgegenstehen. Aber selbst bei Arten, die sehr schnell und rasch keimen können, kann durch Gibberellin-Einwirkung noch eine Förderung in dieser Beziehung eintreten, wie Untersuchungen an *Pinus sylvestris* und *Pinus banksiana* (KNAKE n. p.) und *Lactuca perennis* (BEHRENDT 1962) zeigen. Erheblich wurde die Keimung beispielsweise bei *Festuca rubra* (BUTTEN 1939). Arten der Gattungen *Bartsia*, *Diapensia*, *Draba*, *Erysimum*, *Gentiana*, *Geranium*, *Lactuca* und *Trellius* (KALLIO u. PIIRAINEN 1959), bei langsam keimenden Weizensorten (ROBERT, VOGEL u. CRADDOCK 1961) und bei *Solanum*-Arten (SEICHER u. DIONNE 1961) beschleunigt.

In einer Reihe von Fällen konnte ermittelt werden, daß Gibberelline bestimmte Einwirkungen, die zu einer Keimung notwendig sind, ersetzen können. Eine Kälte-Einwirkung kann bei *Arabisopsis thaliana* (KRIBBEN 1957), *Pseudotsuga taxifolia* (RICHARDSON 1959), Pflirsich (DONOHO u. WALKER 1957) und *Prunus avium* (FOOTE 1958) ersetzt werden. In bestimmten Fällen, z. B. bei *Prunus avium* (FOOTE 1958), wird die Kälte Wirkung durch Applikation von Gibberellinen nur teilweise ersetzt.

Wie oft, das bei vielen Arten zur Keimung notwendig ist, kann bei *Arabisopsis thaliana* (KRENN 1957), *Carnegiea gigantea* (Cactaceae, ATYON u. KROER 1959), *Kalanchoe* (BÜNSOW u. BRENDOW 1958) und bestimmten Gräsern (SKINNER, TALBERT u. SHIVE 1958) durch Gibberellin-Wirkung ersetzt werden. Besonders eingehend ist die Einwirkung von Gibberellinen im Zusammenhang mit der Lichtbedürftigkeit von *Laetara* bei der Keimung untersucht worden (LONA 1956 a, KARN, GOSL u. SMITH 1956, PELLAKOFF-MAYER, EVENARI u. NEWMANN 1958, SKINNER, TALBERT u. SHIVE 1958, HABER u. LUTPOLD 1960).

Die Beschleunigung der Keimung durch Gibberelline hat bei der Malz-Herstellung im Brauereigewerbe erhebliche praktische Bedeutung erlangt (MURKATA u. KATO 1957, SANDHAGEN u. BELING 1958, MASTKOVSKY 1959, KIEHN u. LINDEMANN 1960). Brauerei-Gerste keimt durch Gibberellinwirkung rascher, und die damit im Zusammenhang stehenden hindernden Vorgänge gehen schneller vor sich. So entstehen bestimmte Enzyme wie Cellulase, Protease, Transaminase und α -Amylase durch Gibberellin-Einwirkung rascher und in größerer Menge (HAYASHI 1940, BENNETT, STANSBURY u. NIELSEN 1959). Die Atmung des Saatgutes wird ebenfalls durch Gibberellin stimuliert (NIELSEN u. BERGQVIST 1958). Frisch geerntete Gerste kann nach Gibberellin-Behandlung sofort zur Malzgewinnung benutzt werden (FISCHNER, THIERLESEN u. GRAHE 1957). Sonst keimt sie erst nach einiger Zeit.

Alle Samen können durch Gibberellin-Einwirkung ganz oder teilweise ihre Keimfähigkeit wiedererlangen (JONSON u. MITCH 1958, nach WITTWER u. BUKOVAC 1958).

Es muß auch bei der Keimung festgestellt werden, daß Gibberellin in einigen Fällen keinen led. Effekt auf diesen Entwicklungsvorgang in den in den betreffenden Untersuchungen angewandten Mengen haben (BASS 1957, FRYER 1957, BAKER 1958, SNYDER 1959, SPOONER, FRITZELL u. WADDLE 1958, KALLIO u. PIIRAINEN 1959). Meistens tritt durch Gibberellin-Applikation eine Hemmung der Keimung ein. In manchen Fällen wurden sogar die Koryledonen und das Hypokotyl während des Erscheinens der Keimlinge geschädigt (WITTWER u. BUKOVAC 1957 a).

Nachwirkungen von Behandlungen der Elternpflanzen mit Gibberellinen wurden noch wenig eingehend untersucht. WITTWER und BUKOVAC (1958) berichten, daß Saatgut von mit Gibberellinen behandelten Pflanzen normale Keimlinge ergab. HASHIMIZU (1960 a) fand, daß Samen aus Zapfen von *Cryptomeria japonica*, deren Knospen mit Gibberellin behandelt waren, normal keimten. Auch die Entwicklung der Keimlinge war normal. Neueste Berichte teilen dagegen mit, daß *Cryptomeria*-Keimlinge von Samen, die nach Gibberellin-Behandlung entstanden waren, 3 Monate nach Umpflanzung kleiner als Jungpflanzen von natürlich produziertem Saatgut waren (KATO u. FUKUHARA 1961). Bei Flugsäfer (*Acanthia formica*) wurde gefunden, daß mit Gibberellin behandelte Pflanzen zwar keimfähige Körner entwickelten. Diese besaßen jedoch nicht die natürliche Keimruhe (BLACK u. NAYLOR 1959).

Wirkungen der Gibberelline auf das Streckungswachstum und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Sprosse

Die Wirkungen der Gibberelline auf das Streckungswachstum und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Sprosse wurden als eine der ersten Effekte dieser Verbindungen erkannt und eingehender untersucht.

Mit Gibberellin behandelte Pflanzen zeigen in den meisten Fällen ein vermehrtes Streckungswachstum. Besonders werden die Sprosse oft dünner. Die Pflanzen bekommen ein stielartiges Aussehen, wie es sonst bei Entwicklung unter geringen Lichtintensitäten zu beobachten ist.

Nähere Analysen zeigen tatsächlich, daß durch Gibberelline die lichtbedingte Hemmung des Streckungswachstums überwunden werden kann (KNAPP 1959). Insbesondere ist es der hemmende Einfluß von rotem Licht, der durch Gibberellin beseitigt wird (LONA u. BOUCHÉ 1956, LOCKHART 1956, 1958, LOCKHART u. GOTTSCHELL 1959, VITTO u. MEYER 1957).

Die Vermehrung des Streckungswachstums in einer bestimmten Zeiteinheit entspricht vielfach nur einer Beschleunigung der Entwicklung. In diesen Fällen sind unbehandelte Pflanzen im Endstadium der Entwicklung genauso groß, wie solche, die unter Gibberellin-Einfluß stehen. Das kann bei bestimmten annualen Arten, z. B. bei *Agrastemma*

githago und bei *Galinsoga parviflora*, sehr deutlich gezeigt werden (KNAPP 1956). In manchen Fällen macht sich die Wirkung der Gibberellin-Behandlung auch bei gleicher Gesamtgröße dadurch bemerkbar, daß die Internodien, die unmittelbar nach der Aufbringung von Gibberellin gebildet wurden, länger und die später entwickelten kürzer sind als bei den unbehandelten Kontrollpflanzen (z. B. bei *Sesamum indicum*, CHAKRAVARTI 1958, und bei *Galinsoga parviflora*, KNAPP 1956).

Das vermehrte Streckungswachstum ist zunächst auf eine erhöhte Streckung der Zellen unter dem Einfluß der Gibberelline zurückzuführen. Eingehende Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß durch Gibberellin-Einwirkung auch eine vermehrte Zellteilung eintreten kann (bei *Pisum*, GRIFFITH 1957, bei *Phaseolus* FEUCHT u. WATSON 1958, GREULACH u. HAESLOOP 1958, bei *Begonia* GUNDERSSEN 1958, bei *Fragaria* GUTTRIDGE u. THOMPSON 1959, bei Zwergmais, *Zea mays*, SKJEGSTAD 1960, hierzu auch SACHS, LANG, BRETZ u. ROACH 1960). Namentlich im epidermalen Gewebe kann eine vermehrte Zellteilung bedeutsam sein, während im Mark die Zellstreckung von überwiegendem Einfluß sein kann. In einigen Fällen wurde auch eine vermehrte Aktivität des Kambiums, gesteigerte Xylembildung und verstärktes Dickenwachstum der Sprosse unter Gibberellin-Einfluß gefunden (BRADLEY u. CRANE 1957, GUNDERSSEN 1958, WAREING 1958, CHILANG 1959). KIERMAYER (1959) stellte bei *Solanum nigrum* als Gibberellin-Wirkung gesteigerte Xylem-Bildung fest. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die zuletzt genannten Effekte Ausnahmen darstellen, da nach Gibberellin-Einwirkung vielfach dünnere Sprosse gefunden werden.

Die Förderung der Intensität und der Geschwindigkeit des Wachstums von Sprossen ist enorm, wenn durch Gibberelline bestimmte Entwicklungshemmungen überwunden werden. Hierbei kann Gibberellin-Behandlung vielfach einen sonst notwendigen Kälteeinfluß oder eine Langtag-Wirkung ersetzen. Durch Gibberellin-Einfluß kann es zum Austreiben von Knospen bei Kartoffelknollen kommen (z. B. RAPPAPORT, LIPPERT u. TIMM 1957, TSUKAMOTO, KANO u. NAMIKI 1957, LIPPERT, RAPPAPORT u. TIMM 1958). Auch das Austreiben der Knollen von *Ranunculus ficaria* wird durch Gibberelline gefördert (AUGSTEN 1961). Ebenfalls bei Holzarten entspricht die Gibberellin-Wirkung hinsichtlich des Austreibens der Knospen oft einer Langtag-Wirkung (LOCKHART u. BONNER 1957, NITSCH 1957, McVEY u. WITTEWER 1958, BOURDEAU 1958, KNAPP n. p.) oder einem Einfluß von tiefen Temperaturen (COOPER 1957, DONOHO u. WALKER 1957, CRANE 1958). Die Überwindung genotypisch bedingter Wachstumshemmungen bei Zwergsorten wurde bereits erwähnt. Auf den Übergang vom Stadium der Rosetten-Bildung zu dem von Sprossen mit lang gestreckten Internodien wird im Abschnitt über Blütenbildung eingegangen werden.

Durch Gibberelline kann auch winderwuchs bei Sprossen induziert werden (LONA, BOCCHI, BORGHI u. PERI 1956, TRONCHET 1960, BAILLAUD u. COURTOT 1962, BAILLAUD, COURTOT u. Mitarb. 1962). Bei *Lactuca saligna* wurde sogar unter Gibberellin-Einfluß eine Umbildung von Blättern in Ranken festgestellt (TRONCHET u. MARCHAL 1961). Im

Aufbau des Sproßsystems kann durch Gibberellin dadurch eine Änderung induziert werden, daß die Entwicklung von Seitenknospen und damit die seitliche Verzweigung gehemmt wird (BRADLEY u. CRANE 1957, 1960, GUNDERSEN 1958). Bei anderen Pflanzen wird dagegen gerade von gegenteiligen Effekten berichtet. Bei diesen werden die Seitenachsen nach Gibberellin-Behandlung stärker gefördert. Die Hauptachse kann unter Umständen sogar in ihrem Wuchs zurückbleiben (BÜNSOW 1958).

Gibberelline und Wachstum der Blätter

Der Einfluß der Gibberelline auf die Blattentwicklung hängt weitgehend von deren Form ab. Alle lang gestreckten Blätter und Teile von diesen werden in ihrem Längenwachstum von Gibberellinen sehr stark gefördert. Bei den unter Gibberellin-Einfluß stehenden Pflanzen ist in diesen Fällen das Verhältnis von Länge zu Breite der Blätter viel größer als bei unbehandelten Individuen. Eine derartige Verlängerung der Blätter ist bei Gramineen sehr deutlich. Bei den Dikotylen wird namentlich der Blattstiel durch Gibberellin-Einfluß erheblich länger (BRADLEY u. CRANE 1957, PELTON 1958, GUNDERSEN 1958, KNAPP 1958 b, 1960, GUTTRIDGE u. THOMPSON 1959). Aber auch langgestreckte Blattspreiten von Dikotylen werden länger. In bestimmten Fällen kann es infolge unregelmäßiger Entwicklung der Blätter bei starker Gibberellin-Behandlung zu einer Aufrollung der Spreite kommen (KNAPP 1956, 1958 b). Bei manchen Arten weichen die jungen Blätter nach Gibberellin-Behandlung sehr stark in ihrer Form von denen unbehandelter Pflanzen ab; im Laufe der späteren Entwicklung tritt dann eine Annäherung an die normale Form ein (KNAPP n. p.).

Die Verschmälerung der Spreiten bei Gibberellin-Behandlung kann vermieden werden, wenn gleichzeitig Puringemische auf Blätter in Lösungen gegeben werden (JANSEN 1960; Puringemisch nach der Fa. C. F. Boehringer u. S.: Adenin-HCl 18–21 %, Guanin-HCl 22–23 %, Subst. n. org. geb. P 8–9 %, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 20–25 %, NH_4Cl 10–15 %, H_2O 3–5 %). Als günstigste Konzentration dieses Puringemisches erwies sich 100–500 p. p. m.

Blattspreiten, die weniger oder gar nicht länger als breit sind, weichen nach Gibberellin-Behandlung meist weniger in ihrer Form von unbehandelten Kontrollen ab. In vielen Fällen wurde durch Gibberellin-Einwirkung eine Vergrößerung der Blattflächen erreicht (z. B. KURASHI u. HASHIMOTO 1957, HUMPHRIES u. FRENCH 1960). Bei bestimmten Arten weichen die Blätter späterer Entwicklungsstadien in ihrer Form von Jugendblättern an. Bei derartigen Pflanzen wird durch Gibberellin-Einfluß mitunter die Entwicklung der Blätter späterer Stadien beschleunigt (ALLSOPP 1959). Es kann aber auch eine umgekehrte Wirkung eintreten. Besonders deutlich ist diese bei *Hedera* (ROBBINS 1957).

In sehr vielen Fällen hat Gibberellin-Behandlung eine Verminderung des Chlorophyll-Gehaltes der Blätter zur Folge. Eine ausreichende Chlorophyllbildung ist bei diesen Pflanzen durch hohe Gaben von Stickstoffverbindungen zu erreichen. Besonders wirksam hat

sich eine gleichzeitige Applikation von Stickstoff-Verbindungen in Form von Lösungen auf Blätter erwiesen. JANSEN (1960) wandte hierbei Kaliumnitrat an (günstigste Konzentration 2000–5000 p. p. m.).

Gibberelline und Wurzel-Wachstum

Bei den meisten bisherigen Untersuchungen zeigten Gibberelline auf das Wurzelwachstum keinen oder nur unerheblichen Einfluß. Da jedoch das Sproßwachstum durch Gibberelline meistens stark gefördert wird, die Wurzeln jedoch nicht länger als bei den unbehandelten Kontrollpflanzen sind, tritt bereits dadurch eine starke Veränderung des Verhältnisses von Sproß- zur Wurzel-Entwicklung zuungunsten der letzteren ein. Allein hierdurch könnte es oft zu erklären sein, daß durch Gibberelline in vielen Fällen keine dauerhafte Förderung der Entwicklung und der Stoffproduktion erreicht wird.

Wie jedoch namentlich neuere Untersuchungen zeigen, scheint es oft der Fall zu sein, daß Gibberelline insbesondere bei langlebigen Arten und bei Anwendung höherer Konzentrationen die Wurzelentwicklung ausgesprochen hemmen. Dieses hat sich insbesondere bei der Untersuchung von Holzarten (SCURFIELD u. MOORE 1958, HOTIANOVICH u. BAIDALINA 1959, SETH u. MATHAUDA 1959, LEAK 1960), aber auch bei Keimlingen von krautigen Kulturpflanzen (WITTWER u. BUKOVAC 1958) gezeigt. Hierdurch kann die Applikation größerer Mengen von Gibberellin selbst in Fällen, in denen dieses die Sproßentwicklung zunächst noch günstig beeinflußt, zu für die Leistung der Pflanzen ungünstigen Ergebnissen führen.

Gibberellin hemmt auch die Bewurzelung von Stecklingen (bei *Pisum sativum* BRIAN 1957, bei *Salix* GUNDERSEN 1958, bei *Zitrone* CHAILAKHIAN u. NEKRASSOVA 1958) und die Bildung von Adventivwurzeln (bei *Bryophyllum* VIANA 1958, bei *Begonia* SCHRAUDOLF u. REINERT 1959).

In nur wenigen Ausnahmefällen konnte eine Förderung des Wurzelwachstums nach Gibberellin-Einwirkung gefunden werden. Allgemein scheint bei Koniferen anfänglich das Streckungswachstum der Keimwurzeln durch Gibberellin gefördert zu werden (bei *Pseudotsuga taxifolia* RICHARDSON 1959, bei *Pinus lambertiana* BROWN u. GIFFORD 1958, bei *Pinus sylvestris* KNAPP n. p., bei *Pinus banksiana* KNAPP n. p.). Bei geringen Gibberellin-Konzentrationen fanden auch SETH und MATHAUDA (1959) an einigen indischen Holzarten eine Förderung der Entwicklung der Wurzeln. Ferner ist bei einigen Mais-Sorten eine Förderung des Wurzelwachstumes beobachtet worden. Wurzelabschnitte von bestimmten Mais-Sorten zeigten bei Gibberellin-Einwirkung verstärktes Wachstum (WHALEY u. KEPHART 1957). Ebenso wurde eine Stimulation der Bildung von Mais-Wurzeln nach Gibberellin-Behandlung gefunden (NICKERSON 1959). Auch eine Förderung des Längenwachstums von Primärwurzeln von Reis-Keimlingen konnte festgestellt werden (HAYASHI u. MURAKAMI 1961). Bei Kulturen von abgeschnittenen Wurzeln von *Triticum* zeigte sich durch Gibberellin-Einfluß eine Aufhebung der durch Licht bedingten Wuchs-Hemmung (BURSTRÖM 1960).

Gibberelline und Blüten-Entwicklung

Bei einer großen Anzahl von Arten wird die Blütenbildung durch Gibberellin-Behandlung beschleunigt. Bei einer Reihe von Pflanzen kann sie durch Gibberellin-Wirkung unter Wachstums-Bedingungen ausgelöst werden, unter denen die betreffenden Arten sonst keine Blüten bilden würden. Sonst nur nach Einwirkung langer Photoperioden (Langtagwirkung) Blüten entwickelnde Pflanzen können bekanntlich auch durch Gibberellin-Wirkung zum Blühen kommen (BÜNSOW u. HARDER 1956, 1957, LANG 1956 b, LONA 1956 c und spätere Veröffentlichungen). Auch eine Blüten-Induktion durch tiefe Temperaturen (Vernalisation) kann durch Gibberellin-Behandlung ersetzt werden (LANG 1956 a u. b, CARR, McCOMB u. OSBORNE 1957 und zahlreiche spätere Veröffentlichungen).

Eine Gibberellin-Behandlung von vernalisations-bedürftigen Arten führt vielfach nur dann zum Blühen, wenn gleichzeitig geeignete Photoperioden herrschen (oft Langtag), wenn die Temperaturen sich zeitweise den induktiven Bereichen nähern oder wenn eine Teilvernalisation erfolgte. Manchmal führt Gibberellin-Einwirkung nur zum Schossen, zum Übergang vom Rosettenstadium zur Entwicklung eines Sprosses mit lang gestreckten Internodien, nicht jedoch zur Blütenbildung. Dieses ist zum Beispiel bei *Beta* (MARGARA 1959) und vielen Campanulaceen (MATHON 1960) der Fall. Bei anderen vernalisationsbedürftigen Arten führt Gibberellin-Behandlung weder zum Schossen noch zur Blütenbildung. Zum Beispiel bildet *Digitalis purpurea* bei Gibberellin-Behandlung im Rosettenstadium lediglich Blätter mit verlängerten Stielen. Der rosettenförmige Wuchs bleibt erhalten. Auch bei Langtagpflanzen kann es nach Gibberellin-Behandlung in bestimmten Fällen nur zur Bildung eines gestreckten Sprosses, nicht jedoch zur Blütenbildung kommen (LONA 1956 b, WITTMER u. BUKOVAC 1958).

In den letzten Jahren wurden die Wirkungen von Gibberellinen auf Kurztag-Pflanzen teilweise eingehend untersucht. Bei diesen bewirken Gibberelline vielfach eine Verlängerung des Sprosses, aber ohne Kurztagwirkung keine Blütenbildung (HARDER u. BÜNSOW 1956, 1958, LANG 1956 b, 1957, CHAILAKHIAN 1958, LONA 1959). Jedoch hat sich gezeigt, daß bei unvollkommener Kurztagbehandlung Gibberelline auch die Blütenbildung fördern können (z. B. bei *Perilla* WELLESIEK 1962). Insbesondere kann jedoch die Zeit der Blütenentwicklung nach der Kurztag-Behandlung erheblich durch Gibberellin-Einwirkung beschleunigt werden. Auch bei gewissen anderen Kurztag-Pflanzen kann es durch Gibberellin-Behandlung unter bestimmten Bedingungen zu einer Beschleunigung der Blütenbildung kommen (z. B. *Xanthium* GREULACH u. HAESLOOP 1958, bei *Pharbitis nil* OGAWA u. IMAMURA 1958, bei *Cosmos* WITTMER u. BUKOVAC 1959).

Durch Gibberellin-Behandlung kann in bestimmten Fällen auch eine Verzögerung (bei *Kalanchoë* HARDER u. BÜNSOW 1958, bei *Pisum* BONDE u. MOORE 1958) oder Hemmung der Blütenbildung (bei *Weigela* DAVIDSON u. BUKOVAC 1957, bei *Prunus* BRADLEY u. CRANE 1960) eintreten.

In bestimmten Fällen konnte durch Gibberellin-Wirkung eine Vergrößerung der Corolla erreicht werden (bei *Glechoma* PLACK 1958, bei *Hydrangea* McVEY u. WITTEW 1958, STUART u. CATHEY 1958, bei *Pelargonium* LINDSTROM u. WITTEW 1957).

Ferner ist es möglich, daß durch Gibberellin-Behandlung ein gleichmäßigeres Aufblühen erfolgt (bei *Coffea* ALVIM 1958, bei *Convallaria* VARGA 1962). Auch die Dauer der Blütezeit kann nach einigen Untersuchungen durch Gibberelline verlängert werden, z. B. bei *Pelargonium* (VARGA 1962) und bei *Kalanchoë* (SCHMALZ 1962 a). Diese Effekte sind namentlich im Zierpflanzenbau bedeutsam.

In Fällen, in denen eine starke Streckung des Sprosses durch Gibberellin-Einwirkung eintritt, kann die Anzahl der Blüten vermindert sein. Die zur Verfügung stehenden Stoffe werden hierbei offensichtlich vermehrt für das Sproßwachstum verwendet, so daß eine mehr oder weniger große Anzahl von Blütenanlagen nicht zur Entwicklung kommt (z. B. bei *Salvia splendens* SCHMALZ 1962 a, bei *Perilla* WELLENSEK 1962).

Bei Koniferen können unter dem Einfluß der Gibberelline bei Behandlung der Knospen in vielen untersuchten Fällen männliche Blütenanlagen sich zu weiblichen Blüten entwickeln, z. B. bei *Chamaecyparis obtusa* und *lawsoniana* (HASHIZUME 1959), *Cryptomeria japonica* (HASHIZUME 1960 b). Dieser Effekt kann für die Forstpflanzenzüchtung sehr bedeutsam werden.

Bei bestimmten höheren Pflanzen werden zwittrige Blütenanlagen dadurch zu weiblichen Blüten, daß der Pollen nach Gibberellin-Behandlung der Pflanzen steril wird. Diese Erscheinung wurde bei Weizen (SCHMALZ 1962 b) und bei Kartoffel (KRUG 1962) u. a. beobachtet. Bei Mais werden die männlichen Blütenstände ganz oder teilweise steril (NELSON u. ROSSMAN 1958, WITTEW u. BUKOVAC 1957 d). Umgekehrt wird bei bestimmten Cucurbitaceen die Bildung von Staubblatt-Blüten durch Gibberelline gefördert (WITTEW u. BUKOVAC 1958, GALUN 1959). Bei Vertretern dieser Familie können auch männliche Blüten an gynoeischen Anlagen erreicht werden (PETERSON u. AHNDER 1960, MITCHELL u. WITTEW 1960). Bei Hanf (*Cannabis*) wurden durch Gibberellin-Einfluß die ersten Blüten von weiblichen Pflanzen männlich (ATAL 1959).

Pollen könnten durch Gibberellin-Wirkung dadurch funktionstüchtiger werden, daß das Wachstum der Pollenschläuche in den meisten untersuchten Fällen gefördert wird (WADA 1949, BOSE 1959, CHING 1959, LABOUREUR 1960, SAWADA u. IMAKAWA 1960). Möglicherweise könnten dadurch bestimmte Arten der Selbststerilität überwunden werden (CHANDLER 1957). Eine Hemmung und Schädigung der Pollen-Entwicklung durch Gibberelline wurde bei *Delphinium* und *Saintpaulia* festgestellt (CHANDLER 1957).

Gibberelline und Frucht-Entwicklung

Eine besonders bemerkenswerte Eigenschaft der Gibberelline ist die Induktion der Bildung parthenokarper Früchte. Gibberelline sind in dieser Hinsicht meist viel wirksamer als β -Indolyl-, 2-Naph-

thyl- oder p-Chlorophenoxy-Essigsäure und andere Verbindungen. Die Bildung parthenokarper Früchte nach Gibberellin-Behandlung wurde bei Tomate (WITTWER u. BUKOVAC 1957 b, WITTWER, SELL u. WELLER 1957, RAPPAPORT 1957 b, LIVERMAN u. JOHNSON 1957, PERSSON u. RAPPAPORT 1958, GUSTAFSON 1960, NITSCH 1960), bei *Zephyranthes* (SACHAR u. KAPOOR 1959), *Solanum melongena* und *Capsicum frutescens* (WITTWER u. BUKOVAC 1958) festgestellt. Bei Tomate kann allerdings bei alleiniger Anwendung von Gibberellin Fruchtgröße und Fruchtform ungünstiger sein als bei anderer Behandlungsweise. Besonders wesentlich ist die Bildung parthenokarper Früchte durch Gibberellin-Wirkung bei Rosaceen. *Rosa arvensis* bildet nur mit Gibberellin-, nicht nach Auxin-Behandlung parthenokarpe Früchte (JACKSON u. PROSSER 1959, PROSSER u. JACKSON 1959). Bei *Rosa spinosissima* hat Gibberellin allein in dieser Hinsicht nur schwachen Effekt; jedoch bei gleichzeitiger Gabe von Naphthalen-Acet-Amid wird ein reichlicher parthenokarper Fruchtansatz erzielt. Bei *Rosa rugosa* kann sowohl durch Gibberelline als auch durch Auxine ein guter Fruchtansatz erzielt werden (PROSSER u. JACKSON 1959). Auch bei *Prunus* erzielten CRANE, PRIMER und CAMPBELL (1960) durch Gibberellin-Behandlung parthenokarpe Früchte. Besonders aussichtsreich erscheint, daß nach Frostschädigung von Rosaceen-Blüten noch eine Obsternte durch Gibberellin-Behandlung gewonnen werden kann. VARGA (1962) erreichte durch Gibberellin-Behandlung nach Frost während der Blüte noch einen verhältnismäßig guten Frucht-Ansatz bei Birnen, während bei unbehandelten Bäumen unter gleichen Bedingungen keinerlei Frucht-bildung eintrat (hierzu auch LUCKWILL 1958).

Beeren von samenlosen Sorten von Wein (z. B. Thompson Seedless, Black Corinth) werden durch Gibberellin-Behandlung besonders in ihrer Größen-Entwicklung gefördert (STEWART, CHING u. HALSEY 1957, WEAVER u. McCUNE 1960, WEAVER 1958, 1960, COOMBE 1960). Bei Sorten mit Samen in den Beeren tritt ein entsprechender Effekt offenbar seltener und in der Regel schwächer ein (z. B. RIVES u. POUGET 1959). Bei der Förderung der Entwicklung samenloser Weinbeeren handelt es sich um eine sehr günstige Gibberellin-Wirkung (Besprühen während oder kurz nach der Blüte), zumal auch die Beeren-Stiele eineinhalb bis doppelt so lang werden und daher die Traubenform günstig gestaltet wird. In Japan konnten besonders mit Behandlung der Wein-Sorte Delaware ausgezeichnete Erfolge erzielt werden (HARA 1960, SUMIKI 1962 c). Es handelt sich hierbei auch vor allem um eine Förderung der Bildung samenloser Beeren. Es wird von einem doppelten bis dreifachen Ertrag gegenüber unbehandelten Flächen berichtet. Die Behandlung besteht in einem kurzen Eintauchen der Rispen in eine Gibberellin-Lösung (100 p. p. m.) 2 Wochen vor und 2 Wochen nach der Blüte.

Eine günstige Wirkung zeigte Gibberellin-Behandlung auch auf den Ansatz von parthenokarpen Früchten bei Feigen (CRANE 1958). Bekanntlich kann es bei Orchideen durch bestimmte Einwirkung auch ohne Befruchtung zu einem Anschwellen der Fruchtknoten kommen. In dieser Hinsicht konnte jedoch durch Gibberellin-Applikation keinerlei Effekt erzielt werden (LAIBACH 1960).

Bei *Citrus*-Früchten (*Citrus limonia*, *C. aurantifolia*, *C. deliciosa*, *C. sinensis*) ergab Besprühen der Blüten oder jungen Früchte mit Gibberellin-Lösung (250–1000 p. p. m.) eine Erhöhung des Frucht-Ansatzes, ohne daß Verluste in der Qualität und Größe der Früchte eintraten (HIELD, COGGINS u. GARBER 1958, SOOST 1958).

Wirkungen von Gibberellinen auf Gymnospermen und Kryptogamen

Die meisten Untersuchungen über Gibberellin-Wirkungen wurden bei Blütenpflanzen (Angiospermen) durchgeführt. Jedoch liegt bereits eine Reihe von Untersuchungen über andere Pflanzengruppen vor. Es scheint daher möglich, einen Überblick über Gibberellin-Wirkungen bei anderen Gruppen des Pflanzenreiches zu geben.

Bezüglich der Gymnospermen liegen mehrere Untersuchungen über Koniferen vor. Im allgemeinen scheinen Koniferen weniger durch Gibberelline beeinflusst zu werden als Angiospermen und insbesondere dikotyle Laubbölder. Bei der Keimung treten jedoch in ähnlicher Weise Förderungen auf wie bei höheren Pflanzen. Bemerkenswert ist hierbei die schon erwähnte Förderung des Längenwachstums der Radicula. Auch das Längenwachstum der Sprosse kann gefördert werden (MARTH, AUDIA u. MITCHELL 1956, NELSON 1957, McVEY u. WITTWER 1958, BILAN u. KEMP 1960, KNAPP n. p.). Ebenso kann das Ruhestadium von Knospen durch Gibberelline auch bei Koniferen verkürzt werden (LOCKHART u. BONNER 1957, BOURDEAU 1958). Bemerkenswert ist die Möglichkeit männliche Koniferen-Blüten in weibliche überzuführen, worüber bereits berichtet wurde. WESTING (1959) betonte die häufig erfolglose Behandlung von Koniferen mit Gibberellinen. Dies entspricht dem vorwiegend xeromorphen Habitus der Koniferen. Auch xeromorphe Angiospermen reagieren meistens sehr wenig oder gar nicht auf Gibberellin-Behandlung. Es ist daher interessant, daß bei der weniger xeromorphen Konifere *Metasequoia glyptostroboides* eine besonders starke Förderung des Sproßwachstums durch Gibberellin-Behandlung eintrat (KNAPP n. p.).

Nicht zahlreich sind die Untersuchungen über Gibberellin-Einwirkungen an Farne n. Der Wuchs von Prothallien kann gefördert sein (bei *Dryopteris filix-mas* und *Camptosorus rhizophyllus* KNOBLOCH 1957). Bei *Dryopteris austriaca* wurde außerdem durch Gibberellin eine morphologische Änderung am Sproß-Scheitel beobachtet (WARDLAW u. MITRA 1958). JANSEN (1960) fand unter den von ihm angewandten Methoden keine Reaktion von *Adiantum fragrans* auf Gibberellin-Behandlung. An *Marsilea drummondii* erscheinen unter Gibberellin-Einfluß voll ausgebildete vierteilige Blätter früher (nach weniger Internodien) als normalerweise (ALLSOPP 1959). Bei abgeschnittenen Sprossen von *Equisetum arvense* wird durch Gibberellin-Einfluß das Wachstum gehemmt (HUREL-PY 1960).

Bei Moosen ergaben sich deutliche Wirkungen von Gibberellinen, die in mancher Hinsicht denen bei Angiospermen ähneln. Bei *Pellia epiphylla* tritt eine Verlängerung der Seta der Sporophyten bei unbehandelten Pflanzen erst im Frühjahr bei steigenden Tageslängen ein.

Durch Gibberellin-Behandlung kann die Seta-Streckung dagegen schon vorher bei kürzeren Tageslängen eintreten (ASPREY, BENSON-EVANS u. LYON 1958). Gibberellin ersetzt also auch bei diesem Lebermoos die Wirkung einer längeren Photoperiode. Die Protonema-Entwicklung kann bei Moosen durch Gibberellin-Wirkung beschleunigt werden (bei *Splachnum ampullaceum* v. MALTZAHN u. McQUARRIE 1958). Bei *Pohlia nutans* trat an den Protonemata unter Gibberellin-Einfluß eine vermehrte Bildung von Laubknospen ein. Die Protonema-Entwicklung selbst wurde bei dieser Art nicht beschleunigt (MITRA u. ALLSOPP 1959). Untersuchungen über Sporenkeimung und Protonema-Entwicklung von Moosen wurden auch von VAARAMA und TARÉN (1959) durchgeführt. Bei manchen Arten fanden sie eine Förderung, bei anderen keinen Einfluß durch Gibberellin-Behandlung.

Bei Algen wurde bei der Chlorophyceen-Gattungen *Ulva* (PROVASOLI 1957) und *Ulothrix* (CONRAD, SALTMAN u. EPPLEY 1959) das Streckungswachstum und die Zellteilung durch Gibberellin angeregt. Bei der Cyanophyceen-Gattung *Microcystis* trat eine Chlorose ein (ALBERT u. DAVIDSON 1959).

Über Gibberelline und Entwicklung von Pilzen liegen noch wenige Berichte vor. Meist scheint diese nicht durch Gibberelline beeinflußt zu werden (BRIAN, GROVE u. MAC MILLAN 1960).

Zahlreiche Mikroorganismen des Bodens zeigten keine Beeinflussung durch Gibberellinsäure. Nur die Zahl der Kolonien von *Azotobacter chroococcum* wurde durch Zusatz von Gibberellinsäure-Lösung zum Boden deutlich erhöht (LU, GILMOUR, ZAGALLO u. BOLLEN 1958).

Wirkungen von Gibberellinen auf tierische Organismen

Leider liegen bisher nur relativ wenige Untersuchungen über den Einfluß von mit Gibberellinen behandelten und daher wahrscheinlich noch mehr oder weniger reichlich appliziertes Gibberellin enthaltenden Pflanzen auf den tierischen Organismus vor. Eine Intensivierung dieser Untersuchungen wäre äußerst wünschenswert, da deren Ergebnisse zur Beurteilung der Eignung von stark mit Gibberellinen behandelten Pflanzen zur menschlichen und tierischen Ernährung von entscheidender Bedeutung sind.

In Japan (TAKIZAWA u. KANO 1960) wurden Seidenspinner-Raupen mit Laub von Maulbeerbäumen (*Morus*) gefüttert, die mit Gibberellinen behandelt waren. Es traten bei den Raupen keine nachteiligen Wirkungen auf. Auch bei Verwendung von mit Gibberellinen behandeltem Futter für warmblütige Tiere zeigten sich keine Nachteile (WARDEN u. SCHABLE 1958). PECK, McKINNEY, TYTELL und BYHAM (1957) konnten bei Tierversuchen selbst bei verhältnismäßig hohen Gaben von Gibberellinen keine toxischen Wirkungen feststellen. Auch Eier von Fröschen und Salamandern, die sich in Gibberellin-Lösungen (1–1000 p. p. m.) entwickelten, zeigten gegenüber den unbehandelten Kontrollen kein abweichendes Verhalten (HERBER u. WILLIAMS 1959).

Da Gibberelline — allerdings höchstens in Ausnahmefällen Gibberellinsäure — in höheren Pflanzen, die in großen Mengen von Tieren als

Futter gefressen werden, als endogene Substanzen vorkommen, ist nicht zu erwarten, daß sie in geringen, dem natürlichen Gibberellin Gehalt entsprechenden Mengen eine schädliche Wirkung auf den tierischen Organismus haben. Die oben genannten bisherigen Untersuchungen zeigen, daß sie auch in größeren Mengen zumindestens keine ernstliche toxische Wirkung auf den tierischen Organismus haben dürften.

Gibberellin-Wirkung und Temperaturen

In Bereichen, in denen infolge niedriger Temperaturen die Entwicklung bereits stark vermindert oder nicht mehr möglich ist, kann bei bestimmten Arten durch Gibberelline eine gegenüber unbehandelten Pflanzen besonders starke Wachstums-Steigerung bewirkt werden. Dieser Effekt ist namentlich bei Gräsern und Rasen-Narben deutlich geworden. Diese beginnen sich unter Gibberellin-Einfluß viel zeitiger im Frühjahr zu entwickeln; es konnten bei ihnen auch erheblich länger im Herbst Zuwachseleistungen bei dieser Behandlung erzielt werden (MORGAN u. MEES 1958, LEBEN u. BARTON 1957, WITTMER u. BUKOVAC 1957 c, SCURFIELD u. BIDDISCOMBE 1959, SCOTT 1959). Das normalerweise im Winter nicht wachsende Gras *Panicum maximum* entwickelte sich unter Gibberellin-Einfluß auch bei kühlem Winterwetter (FREITAS, McCLUNG u. QUINN 1957). Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) zeigte im kalten November-Wetter bei Gibberellin-Wirkung dreifaches Höhenwachstum gegenüber den Kontrollen (COLEMAN 1958). Bei Reis setzte die Blüte bei tiefen Temperaturen bei Gibberellin-Einfluß in besonderem Maß früher ein (NOGUCHI u. KAMATA 1960).

Auch immergrüne Gehölze wachsen unter Gibberellin-Einfluß noch bei niedrigeren Temperaturen als normalerweise, z. B. Grapefruit (COOPER 1957) und *Camellia japonica* (LOCKHART u. BONNER 1957). Die Keimung von Samen kann bei Gibberellin-Wirkung bei tiefen Temperaturen ebenfalls besonders beschleunigt sein.

Es wurde aber auch beobachtet, daß ein sommerlicher Wachstumsstillstand, der möglicherweise wenigstens zum Teil durch hohe Temperaturen bedingt sein könnte, durch Gibberellin-Wirkung überwunden werden kann (bei Tomaten LIVERMAN u. JOHNSON 1957, bei Dauerweiden BOEKER 1962). Es scheint also in bestimmten Fällen der Temperaturbereich, in dem Pflanzen gut wachsen können, durch Gibberellin-Wirkung sehr verbreitert werden zu können.

Bisherige Untersuchungen deuten darauf hin, daß unter Gibberellin-Einfluß stehende Pflanzen weniger frost-resistent sind als unbehandelte Individuen. Dieses wurde insbesondere bei Holzarten (HOTIANOVICH u. BAIDALINA 1959, MELCHIOR 1962) und bei Getreide (CORNES 1959, MÜLLER 1962) festgestellt. Möglicherweise handelt es sich hierbei um keinen speziellen Einfluß von Gibberellinen. Es könnte darauf zurückzuführen sein, daß durch Gibberelline die Wachstums-Intensität gefördert und das Eintreten von Ruhestadien verzögert oder verhindert wird. Durch die während des ganzen Jahres mit verschiedenen Arten im Alpengebiet durchgeführten Untersuchungen zeigten sich sehr

deutliche Zusammenhänge zwischen Frosthärte, dem Entwicklungsstadium und der Wachstums-Bereitschaft von Pflanzen (ULMER 1937, PISEK u. SCHIESSL 1946).

Ergebnisse von Untersuchungen über den osmotischen Wert von mit Gibberellinen behandelten Pflanzen, die im Zusammenhang mit Frostresistenz und Reaktion gegenüber der Temperatur interessant sind, liegen noch kaum vor. Bei Tomate (VAN DEN ENDE u. KORNEEF 1960) wird durch Gibberellin-Behandlung ein höherer osmotischer Wert erhalten (bei Blättern 9.3 Atm. gegenüber 8.8 Atm. bei den unbehandelten Kontrollen).

Gibberelline und andere Standort-Faktoren

Von allen Standort-Faktoren ist wohl die Wirkung des Lichtes (einschließlich Länge der Photoperiode) auf den Gibberellin-Einfluß am bedeutendsten. Wechselwirkungen zwischen dem Lichteinfluß und der Gibberellin-Wirkung wurden bereits in den vorigen Abschnitten behandelt.

Bezüglich der Wasserversorgung wird berichtet, daß Gibberellin-Wirkungen bei niedriger Feuchtigkeit besonders günstig seien (WITTWER u. BUKOVAC 1958). Jedoch ist deutlich, daß die eigentliche Trockenresistenz der Pflanzen durch Gibberellinsäure in vielen Fällen herabgesetzt ist, obwohl noch kaum quantitative Daten darüber vorliegen.

Die Gibberellin-Wirkung hängt auch von der Salzkonzentration des Substrates ab. Bei hohen Salzkonzentrationen im Boden wird eine Gibberellin-Wirkung aufgehoben (HAMMOND 1959, hierzu auch NIEMAN u. BERNSTEIN 1959).

Gibberelline und gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen

Eine gegenseitige Beeinflussung zwischen Pflanzen kann zu einem wesentlichen Teil auch durch Stoffausscheidungen erfolgen. Die Gibberelline können leicht durch die Blattoberflächen aufgenommen werden, rasch in den Pflanzen wandern und auch aus Pflanzen ausgeschieden oder ausgewaschen werden. Sie sind relativ stabil und offensichtlich haltbarer als viele andere für die Pflanzenentwicklung wichtige Stoffe. Daher könnten sie von großer Bedeutung für die gegenseitige Beeinflussung sein (KNAPP 1959).

Bei hohen Gibberellin-Gaben auf die Blätter wird ein Teil dieser Substanzen offensichtlich durch die Wurzeln in den Boden abgegeben. Sie können dort von den Wurzeln der Nachbarpflanzen aufgenommen werden und bei diesen Gibberellin-Wirkungen hervorrufen. Das zeigten Versuche an *Pisum sativum* (KNAPP 1960) und an Kartoffeln (KRUG 1962). Auch endogene Gibberelline können aus Pflanzen abgegeben werden, wie bei keimenden *Phaseolus*-Samen festgestellt wurde. Sie können dabei an benachbarten Pflanzen gibberellin-artige Wirkungen hervorrufen (KNAPP 1959). Es ist auch möglich durch Behandlung von Blättern geeigneter Testpflanzen diese gibberellin-artigen Wirkungen nachzuweisen (CLODE 1959).

Durch Gibberellin-Behandlung können auch Symbiosen zwischen höheren Pflanzen und Mikroorganismen beeinflußt werden. Bisher

wurden derartige Einflüsse bei der Symbiose zwischen Leguminosen und Knöllchenbakterien festgestellt. Bei *Phaseolus* wird bei Gibberellin-Behandlung der Blätter die Bildung der Wurzelknöllchen herabgesetzt (THURBER, DOWELL u. GALSTON 1958, GALSTON 1959). Allerdings wurde bei *Trifolium repens* ein gleichartiger Effekt nicht beobachtet (FLEWCHER, AMOS u. RAYMOND 1958). MAS (1959) fand bei Keimlingen von *Vicia villosa* eine starke Hemmung der Knöllchen-Bildung. Bei älteren Pflanzen war dagegen kein Unterschied mehr gegenüber unbehandelten Pflanzen zu bemerken. Bei Keimlingen von Kiefern (*Pinus sylvestris*) zeigte sich bei Inokulation der Böden mit *Gibberella fusicarpa* eine Verminderung der Entwicklung einer Mykorrhiza und ein Anwachsen der Fülle mit parasitärer Assoziation von Pilz und Konifere. Nach 8 Monaten hatten sich die Unterschiede zwischen den mit *Gibberella* inokulierten Böden und den nicht behandelten Kontrollen ausgeglichen (LEVISON 1960).

Diskussion einiger Anwendungs-Möglichkeiten der Gibberelline

In den vorigen Kapiteln wurde bereits wiederholt auf bestimmte spezielle Anwendungsmöglichkeiten der Gibberelline eingegangen. Es erscheint jedoch wünschenswert, zum Abschluß Aussehen und Möglichkeiten der Anwendungen von Gibberellin-Behandlungen in der Praxis im Zusammenhang zu diskutieren.

Gibberelline könnten zunächst dort mit Erfolg eingesetzt werden, wo Entwicklungsbeschleunigungen für den wirtschaftlichen Erfolg von Pflanzenkulturen von Bedeutung sind. Das ist einmal überall dort der Fall, wo die Anzuchtbeihilfungen kostspielig und jeder Tag infolge Beheizung, künstlicher Belichtung und anderer Maßnahmen mit hohen Kosten verbunden ist. Das wird besonders bei bestimmten Gewächshaus-Kulturen der Fall sein. Die Entwicklungsbeschleunigung kann auch überall dort von entscheidender Bedeutung sein, wo es gilt, zu einem bestimmten Zeitpunkt Pflanzen in einem möglichst günstigen Stadium zur Verfügung zu haben. Das dürfte zum Beispiel in der Zierpflanzen-Gärtnerei an bestimmten Feiertagen der Fall sein. Auch bei bestimmten experimentellen Untersuchungen und insbesondere in der Pflanzenerziehung kann es von größter Bedeutung sein, die Entwicklung zu beschleunigen.

Entwicklungsbeschleunigungen können auch im Futterbau von Bedeutung sein, wenn sich die Notwendigkeit ergibt, in kürzerer Zeit größere Mengen Futter zu erzeugen. Vor allem könnte beim Zwischenfruchtanbau die kurze zur Verfügung stehende Zeit besser zur Pflanzenproduktion ausgenutzt werden. Auch in Gebieten mit langen Trockenzeiten könnte sich eine Entwicklungsbeschleunigung durch Gibberellin-Behandlung bewähren, da dort die Umweltbedingungen so sind, daß ohne zusätzliche Bewässerung nur kurze Zeiträume zum Pflanzenwachstum zur Verfügung stehen.

Eine momentane Entwicklungsbeschleunigung kann überall dort wesentlich sein, wo es gilt Wachstumssituationen, die durch vorübergehende Einwirkungen von extremen Temperaturbedingungen

abgrenzen und zu überwinden, wie z. B. Knaap und Hagen (unpubl.). Besonders wesentlich erscheint jedoch die Auswertung von Versuchsreihen zu überwinden, die durch Pflanzenkrankheitsbefall eingeschränkt sind (Mancinelli 1957, Wiersema u. Brouwer 1958, weitere Untersuchungen über Pflanzenkrankheiten und Gittereffekte-Wirkung Brouwer u. Peen 1957, Brouwer u. Hagen 1957, Brouwer u. Groot 1957). Obwohl Gittereffekte offensichtlich im allgemeinen das Wachstum von Pflzen und anderen heterotrophischen Organismen nur wenig beeinflussen, konnte doch die Wirkung einer Infektion durch die Förderung der Entwicklungsintensität der befallenen Pflanze durch Behandlung mit diesen Substanzen in bestimmten Fällen überwunden werden.

Die phänomorphologische so interessante und interessante Reaktion (Reaktion) von Gittereffekten im Hinblick auf die Wirkung von bestimmten Phytohormonen und physikalischen Temperaturfaktoren wurden jedoch in der Frage wenig beachtet von. Denn eine zuverlässige Klima- oder Lichtbehandlung sollte leicht zu realisieren sein, wenn es sich umzuführen sein als eine Klimakammerbehandlung. Anders liegen die Verhältnisse jedoch, wenn man die Klimakammer nutzt, die Temperatur- oder Lichtbedingungen während langer Zeiträume ständig zu wiederholen. Immerhin haben sich bei der Bewertung der Wirkung Gittereffekte bereits als geeigneter erwiesen als andere Behandlungsmethoden, wie das schon genannte Beispiel der Mal-Hausfliegen im Brauer-Labor zeigt.

Die Förderung des Streckungswachstums der Sprosske wird stellen in der Frage eine Reaktion sein. Die Zwergsorten, bei denen dieser Gittereffekt-Befall besonders auffällig ist, sind meistens gerade in der Abbildung gestreckt oder verkümmert, weil eine Verkürzung des Sprosses in bestimmten Hinsicht vorzuziehen ist. Verschiedene Streckungserscheinungen des Sprosses im Zusammenhang mit einer Anzahl von bestimmten Pflanzen-Kulturfaktoren, aber auch im Zusammenhang mit einer bestimmten Anzahl von Lagerung und geringeren Wasserstand, gegen mechanische Einflüsse von Wind und Temperaturschwankungen verbunden. Anders liegen die Verhältnisse bei Kulturfaktoren, bei denen eine größere Länge des Sprosses einen direkten Vorteil für die Nutzung darstellt. Das ist zum Beispiel in der Forstwirtschaft bei einer Anzahl von Baumarten der Fall. Aber nur dann würde eine Förderung des Streckungswachstums von Vorteil in einem bestimmten Bereich, wenn die Qualität der Holz oder des Holzes durch Verkümmern nicht beeinträchtigt wird. Das scheint immer noch nicht immer ausreichend gesagt zu sein. Langstrecktes guttug ist eine Voraussetzung von Sprosses und Sprosses, wobei sich zu bestimmten, die sind direkte Wirkung dieser Faktoren auf das Streckungs- und Verkümmerns- wachstum gegeben ist. Das ist zum Beispiel im Zusammenhang mit der Fäll- und Lagerung der Holz der Bäume oder Holzstücken der Wert des Holzes als Rohmaterialien, welche Munn u. Brouwer 1956, Jansen 1958, Wiersma 1962. Bei der Lagerung von Wundstücken kann durch eine Verkümmern der Bäume, die durch Gittereffekte induziert wurde, erleichtert werden (s. o.).

Eine große praktische Bedeutung kann Gibberellin-Behandlung bei Pflanzen haben, bei denen die Blüner oder Blüenteile genutzt werden. Bei Rhabarber und Sellerie kann Verlängerung der Blütezeit und Beeinflussung der Spreiten zu einer Erhöhung der Erträge führen (Hasegawa 1957, Wittwer u. Bräuner 1957 a). Auch bei Tabak wurden wirtschaftlich erwünschte Ergebnisse gefunden (Wittwer u. Bräuner 1958). Bei Spinat erleichtern die trotz kühlen Herbstwetters infolge Gibberellin-Behandlung aufrechten Blätter eine mechanische Ernte (Mannert 1958, Wittwer u. Bukovac 1958).

Ein Essai von weiblichen durch männliche Blüten und der umgekehrte Vorgang durch Gibberellin-Einfluß könnte für die Pflanzenzüchtung in vielen Fällen von Bedeutung sein. Die Induktion einer Sterilität von Pollen bei Aufrechterhaltung der Fertilität der Samenanlagen könnte die Vermeidung einer spontanen Hybridisation fördern und Maßnahmen, die diese sonst verhindern würden, überflüssig machen. Durch Umwandlung von männlichen Blütenknospen in weibliche durch Gibberellin-Einfluß könnte der Laipfensatz bei Koniferen erheblich gefördert werden.

Bisherige Analysen über die Zusammensetzung von Pflanzen, die mit Gibberellinen behandelt wurden, zeigten zum großen Teil keine entscheidenden Abweichungen gegenüber unbehandelten Organismen (Brian u. Mitarb. 1954, Hayashi, Takijima u. Miyakami 1955, Coleman 1958). Soweit Abweichungen festgestellt wurden, ergaben diese bei entsprechenden Messungen oft widersprechende Ergebnisse. Selbst der Wassergehalt war bei bemerkenswerten Ertragssteigerungen nurunter nicht höher als bei unbehandelten Kontrollpflanzen. Bei Solanaceen scheint der Alkaloid-Gehalt bei Gibberellin-Behandlung abzunehmen (bei *Hyoscyamus* Miers u. Hanes 1956, bei *Nicotiana glauca* u. Tse 1958). Jedoch kann dieses durch die größere Gesamtstoffproduktion auf der Fläche ausgeglichen werden. In vielen Fällen zeigte sich keine Qualitätsminderung bei Pflanzen, die infolge Gibberellin-Behandlung wesentlich rascher gewachsen waren oder in anderer Weise einen höheren Ertrag ergeben hatten (z. B. Jones 1958, Hines, Collins u. Garmon 1958). Bei weiterer Ausbau der Analysen von unter Gibberellin-Einfluß stehenden Pflanzen wäre sehr wünschenswert.

Pflanze legen erst relativ wenige Untersuchungen über den Stoffwechsel und die Karyin-Mobilisierung in mit Gibberellin behandelten Pflanzen vor (Kane 1956, Hayashi, Murakami u. Matsunaka 1956, Walker, Wittwer, Bukovac u. Sell 1957, Nielsen u. Berquist 1958, McKinn u. Halston 1959, Berquist, Stensgaard u. Nielsen 1959, Fang, Gohring, Stevens u. Berts 1960, Patel 1960, Mitsui u. Yamura 1961). Über diese Fragen soll daher erst zu einem späteren Zeitpunkt zusammenfassend berichtet werden.

Zusammenfassung

Nach einer kurzen Kennzeichnung der chemischen Eigenschaften der bisher bekannten Gibberelline werden Methoden der Behandlung von

Pflanzen mit diesen Substanzen beschrieben und die Unterschiede der Wirkung dieser Verbindungen bei verschiedenen Arten und Sorten betont. Es folgt eine Darstellung der Wirkungen von Gibberellin-Behandlungen auf die Keimung, das Wachstum von Sprossen, Blättern und Wurzeln, die Entwicklung von Blüten und Früchten. Nach einer Übersicht von Gibberellin-Wirkung auf Gymnospermen, Kryptogamen und tierische Organismen werden die Einflüsse einiger Standort-Faktoren auf die Gibberellin-Effekte behandelt. Hierbei sind vor allem die Temperatur- und Licht-Wirkungen hervorzuheben worden. Nach Behandlung der Bedeutung der Gibberelline für die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen werden Anwendungs-Möglichkeiten dieser Substanzen in Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft diskutiert.

Literatur

- Albert, L. V. and Davidson, F. F. The effect of gibberellin acid on *Microcystis aeruginosa*. *Texas J. Sci.* **11**, 358—365. 1959.
- Albert, S. M. and Kuylen, E. B. Some factors affecting the germination of seed of the Saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*). *Am. J. Bot.* **46**, 526—529. 1959.
- Altenwald, G. Die Bedeutung des Blattalters für die Gibberellin-Reaktionen von Reben. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline* 1962.
- Allsopp, A. Effects of gibberellin acid on juvenility in *Morus* and certain other plants. *Nature* **184**, 1575—1576. 1959.
- Arizm, P. de T. Estando de la Secuencia y fructificación del haites por asperciones con ácido giberelico. *Turrialba* **8**, 64—72. 1958.
- Asprey, G. F., Benson-Evans, K. and Lyon, A. G. Effect of gibberellin and indoleacetic acid on seed elongation in *Persea eschscholtzii*. *Nature* **181**, 1351. 1958.
- Atai, C. K. Sex reversal in hemp by application of gibberellin. *Quart. Sci.* **28**, 408—409. 1959.
- Augustin, H. Der Einfluß der Gibberellinsäure auf die Entwicklung und den Stoffwechsel von *Floeris* versus Huds. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **74**, 149—163. 1961.
- Baillyard, L. et Couffard, V. Essai de coordination des faits expérimentaux concernant l'induction du port mâle par l'acide gibbérélinique. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Marraud, P., Monnier, V., Percey, J. P. et Tavenot, H. Quelques expériences relatives à l'induction du port mâle par l'acide gibbérélinique. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Baker, J. N. Effects of gibberellin acid and 14-D and indoleacetic acid on seed germination. *J. Range Manag.* **11**, 227. 1959.
- Barber, H. M. Physiological genetics of *Phaseolus*. II. The genetics of photoperiodism and vernalization. *Heredity* **13**, 33. 1958.
- Barton, L. V. and Fine, J. M. The effect of gibberellin acid on disease control. *Plant. Phys.* **32**, XXXIII. 1957.
- Bass, L. N. The effects of various concentrations of gibberellin acid upon germination of common Kentucky bluegrass and Merion bluegrass seed. *Agr. Abstr.* **49**, 76. 1957.

- Behrendt, S., Möglichkeiten der Keimungsbeschleunigung bei perennierenden Gräserarten durch Gibberellinsäure. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- Bergfeld, R., Über das Verhalten zweier Zwergformmutanten von *Anthrinum majus* L. bei Pflanzung und Behandlung mit Gibberellinsäure. Z. Vererb.-Lehre **90**, 476—482. 1959.
- Bergquist, G., Stensgård, A.-M. and Nielsen, N., The influence of gibberellic acid on the transaminase content of germinating barley seeds. Phys. Plant. **12**, 386—389. 1959.
- Bilan, M. V., and Kemp, A. K., Effect of gibberellin on height growth of one-year old seedlings of loblolly pine. J. Forestry **58**, 35—38. 1960.
- Black, M., and Navlor, J. M., Prevention of onset of seed dormancy by gibberellic acid. Nature **184**, 468. 1959.
- Boeker, P., Gibberellin-Wirkung auf zwei verschiedene Dauergrünland-Narben. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- Boguslawski, E. v., Organische Wirkstoffe als Wachstumsfaktoren. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- Bommer, D., Versuche zur Beeinflussung von Schossen und Blüten bei perennierenden Gräserarten durch Gibberellinsäure. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- Bonde, E. K., and Moore, T. C., Effect of gibberellic acid on the growth and flowering of Telephone peas. Phys. Plant. **11**, 451—456. 1958.
- Boo, L., Effect of gibberellin on growth in length of polyploids. Svensk Bot. Tidskr. **53**, 283—286. 1959.
- Bose, N., Effect of gibberellin on the growth of pollen tubes. Nature **184**, 1577. 1959.
- Bourdeau, P. F., Interaction of gibberellic acid and photoperiod in the vegetative growth of *Pinus elliotti*. Nature **182**, 118. 1958.
- Bradley, M. V., and Crane, J. C., Gibberellin-stimulated cambial activity in stems of apricot spur shoots. Science **126**, 972—973. 1957.
- , —, Gibberellin-induced inhibition of bud development in some species of *Prunus*. Science **131**, 825—826. 1960.
- Brian, P. W., The effects of some microbial metabolic products in plant growth. Symp. Soc. Exp. Biol. **11**, 166—182. 1957.
- , Elson, G. W., Hemming, H. G., and Radley, M., The plant-growth-promoting properties of gibberellic acid. J. Sci. Food Agr. **5**, 602—612. 1954.
- , Grove, J. F., and MacMillan, J., The gibberellins. Fortschr. Chem. Org. Naturstoffe **18**, 350—433. 1960.
- , and Hemming, H. G., The effect of gibberellic acid on shoot growth of pea seedlings. Phys. Plant. **8**, 669—681. 1955.
- , —, Promotion of cucumber hypocotyl growth by two new gibberellins. Nature **189**, 74. 1961.
- , —, and Radley, M., A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. Phys. Plant. **8**, 899—912. 1955.
- Brown, C. L., and Gifford, E. M., The relation of the corviedons to root development of pine embryos in vitro. Plant Phys. **33**, 52—64. 1958.

- Bünsow, R., Anwendungsmöglichkeiten der Gibberelline. *Angew. Bot.* **32**, 186—196. 1958.
- , und Bredow, K. v., Wirkung von Licht und Gibberellin auf die Samenkeimung der Kurztagpflanze *Kalanchoë blossfeldiana*. *Biol. Zbl.* **77**, 132—141. 1958.
- , und R. Harder, Blütenbildung von *Lapsana* durch Gibberellin. *Naturwissenschaften* **43**, 527. 1956.
- , —, Blütenbildung von *Adonis* und *Rudbeckia* durch Gibberellin. *Naturwissenschaften* **44**, 453—454. 1957.
- Bünsow, R., Penner, J., und Harder, R., Die Wirkung der Gibberellinsäure auf die photoperiodisch bedingten Blühvorgänge bei Lang-Kurztagpflanzen. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Burk, L. G., and T. C. Tso, Effects of gibberellic acid on *Nicotiana* plants. *Nature* **181**, 1672—1673. 1958.
- Burström, H., Influence of iron and gibberellic acid on the lighth sensitivity of roots. *Phys. Plant.* **13**, 214—226. 1960.
- Button, E. F., Effect of gibberellic acid on laboratory germination of creeping red fescue (*Festuca rubra*). *Agr. J.* **51**, 60—61. 1959.
- Carr, D. J., A. J. McComb and L. D. Osborne, Replacement of the requirement for vernalization in *Centaurea minus* Moench by gibberellic acid. *Naturwissenschaften* **44**, 428—429. 1957.
- Chailakhian, M. K., Hormonale Faktoren des Pflanzenblühens. *Biol. Zbl.* **77**, 641. 1958.
- , and Nekrassova, T. V., Physiologically active substances as a mean to surmount polarity of lemon cuttings. *Dokl. Ak. Nauk.* **119**, 826—829. 1958.
- Chakravarti, S. C., Some effects of gibberellic acid on *Sesamum indicum* L. *Phyton* (Buenos Aires) **11**, 75. 1958.
- Chandler, C., The effect of gibberellic acid on germination and pollen tube growth. *Contr. Boyce Thompson Inst.* **19**, 215—224. 1957.
- Chiang, Y. L., and Chiang, S. H., Effects of gibberellic acid on growth and xylem development in Adzuki bean plants ... *Formosan Sci.* **13**, 49. 1959.
- Ching, K. K., and Ching, T. M., Extracting Douglas-fir pollen and effects of gibberellic acid on its germination. *Forest Sci.* **5**, 74—80. 1959.
- Chouard, P., Rôles respectifs de la gibbérelline et du froid dans la vernalisation. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Clode, J. J., Note on gibberellin-like excretions from germinating beans. *Portug. Acta Biol. Ser. A.* **6**, 75—76. 1959.
- Coleman, R. E., The effect of gibberellic acid on the growth of sugar cane. *Sugar J.* **20**, 23—26. 1958.
- Conrad, H., P. Saltman and R. Eppley, Effects of auxin and gibberellic acid on growth of *Ulothrix*. *Nature* **184**, 556. 1959.
- Coombe, B. C., Relationship of growth and development to changes in sugar, auxins and gibberellins in fruit of seeded and seedless varieties of *Vitis vinifera*. *Plant Phys.* **35**, 241—250. 1960.
- Cooper, J. P., The effect of gibberellic acid on a genetic dwarf in *Lolium perenne*. *New Phytol.* **57**, 235—238. 1958.

- Cooper, W. C., Periodicity of growth and dormancy in *Citrus*. J. Rio Grande Valley Hort. Soc. **11**, 3—10. 1957.
- Corcoran, M. R., Distribution and time of occurrence of gibberellin-like substances in flowering plants. Ph.-D.-Diss. Univ. Cal. Los Angeles 1959.
- Corns, W. G., Effect of seed treatment with gibberellin and dates of seeding on winter survival and vegetative yield of Kharkow wheat. Canad. J. Pl. Sci. **39**, 293—296. 1959.
- Crane, J. C., The response of the Royal apricot to gibberellic acid. Abstr. 54th Ann. M. Am. Soc. Hort. Sci. p. 48. 1957.
- , Breaking rest and inducing parthenocarp in the Calimyrna fig with gibberellin. Proc. 15th Int. Hort. Congr. Nice. 1958.
- , P. E. Primer and R. C. Campbell, Gibberellin induced parthenocarp in *Prunus*. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **75**, 129—137. 1960.
- Cross, B. E., Galt, R. H. B., and Hanson, J. R., Gibberellin A₇. A new fungal gibberellin. Tetrahedron Letters **15**, 18—22. 1960 a.
- , —, —, Gibberellin A₉. Tetrahedron Letters **23**, 22—24. 1960 b.
- , —, —, MacMillan, J., Seaton, J. C., and Suter, P. J., Some recently discovered gibberellins. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- , Grove, J. F., MacMillan, J., Mulholland, T. P. C., and Sheppard, N., The structure of gibberellic acid. Proc. Chem. Soc. (London) **1958**, 221.
- Davidson, H., and M. J. Bukovac, The effect of photoperiod and gibberellin A₃ upon the dormancy and flowering of *Weigela*. Abstr. 54th Ann. M. Am. Soc. Hort. Sci. No. 361. 1957.
- Davis, D., and Halmos, S., The effect of gibberellin on plant disease. Plant Dis. Repr. **41**, 890—891. 1957.
- Diamond, A. E., and M. E. Gordon, Reduction and promotion of the *Fusarium* wilt of tomato by gibberellic acid. Phytopathology **47**, 519. 1957.
- Donoho, C. W., and Walker, D. R., Effect of gibberellic acid on breaking rest period in Elberta peach. Science **126**, 1178—1179. 1957.
- Ergle, D. R., Some responses of normal and mutant cottons to gibberellic acid. 54th Ann. Proc. Southern Agr. W. **1957**, 227—228.
- Evenari, M., Germination inhibitors. Bot. Rev. **15**, 153—194. 1949. (Nicht über Gibberelline.)
- Fang, S. C., Bourke, J. B., Stevens, V. L., and Butts, J. S., Influences of gibberellic acid on metabolism of indoleacetic acid, acetate, and glucose in roots of higher plants. Plant. Phys. **35**, 251—255. 1960.
- Feucht, J. R., and D. P. Watson, The effect of gibberellins on inter-nodal tissues of *Phaseolus vulgaris* L. Am. J. Bot. **45**, 520—522. 1958.
- Fischnich, O., Paetzold, C., und Krug, H., Entwicklungsbeeinflussung der Kartoffelpflanze durch Gibberellin. Mitt.bl. Forsch.-Anst. Landw. Braunschweig-Völkenrode H. **1**, 12—14. 1959.
- , Thielebein, M., und Grahl, A., Brechung der Keimruhe bei Gerste durch Gibberellinsäure und Rindite. Naturwissenschaften **44**, 642. 1957.

- Fletcher, W. W., J. W. S. Alcorn and J. C. Raymond, Effect of gibberellic acid on the nodulation of white clover (*Trifolium repens* L.). *Nature* **182**, 1319—1320. 1958.
- Fogle, H. W., Effects of duration of after-ripening, gibberellin and other pretreatments on sweet cherry germination and seedling growth. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **72**, 129—133. 1958.
- Freitas, L. M., McClung, A. C., and Quinn, L. R., Stimulation of winter growth of a Brazilian pasture grass by gibberellic acid. *IBEC Res. Inst. New York, Techn. Note No. 1*. 1957.
- Galston, A. W., Gibberellins and nodulation. *Nature* **183**, 545. 1959.
- Galun, E., Effects of gibberellic acid and naphthaleneacetic acid on sex expression and some morphological characters in the cucumber plants. *Phyton* (Buenos Aires) **13**, 1—8. 1959.
- Greulach, V. A., and Haesloop, J. G., Influence of gibberellin on *Xanthium* flowering as related to number of photoinductive cycles. *Science* **127**, 646—647. 1958.
- Griffith, M. M., Some anatomical effects of gibberellic acid on dwarf peas. *Qu. J. Florida Ac. Sci.* **20**, 238—242. 1957.
- Gundersen, K., Some experiments with gibberellic acid. *Acta Horti Gotoburg.* **22**, 87—110. 1958.
- Gustafson, F. G., Influence of gibberellic acid on setting and development of fruits in tomato. *Plant. Phys.* **35**, 521—523. 1960.
- Guttridge, C. G., and Thompson, P. A., Effect of gibberellic acid on length and number of epidermal cells in petioles of strawberry. *Nature* **183**, 197. 1959.
- Haber, A. H., and Luippold, H., Effects of gibberellin, kinetin, thiourea, and morphogenetic radiation on mitotic activity in dormant lettuce seed. *Plant. Phys.* **35**, 486—494. 1960.
- Hammond, B. L., Effect of gibberellin, sodium hypochlorite, light, and planting depth on germination of guayule seed. *Agr. J.* **51**, 621—623. 1959.
- Hara, T., The effect of gibberellin sprays on Delaware grape. *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **3**, 71. 1960.
- Harada, H., Endogenous gibberellins and flowering. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Harada, H., and Nitsch, J. P., Flower induction in Japanese *Chrysanthemums* with gibberellic acid. *Science* **129**, 777—778. 1959.
- Harder, R., und Bünsow, R., Einfluß des Gibberellins auf die Blütenbildung bei *Kalanchoë blossfeldiana*. *Naturwissenschaften* **43**, 544. 1956.
- , Über die Wirkung von Gibberellin auf Entwicklung und Blütenbildung der Kurztagpflanze *Kalanchoë blossfeldiana*. *Planta* **51**, 201—222. 1958.
- Hashizume, H., The effect of gibberellin on flower formation and sex transition to female in *Chamaecyparis obtusa* and *C. lawsoniana*. *J. Jap. Forest Soc.* **41**, 458—463. 1959.
- , The effect of gibberellin upon flower bud formation in *Cryptomeria japonica*. II. The germination of seeds collected from cones borne by spraying with gibberellin. *J. Jap. Forest Soc.* **42**, 226—228. 1960 a.
- , The effect of gibberellin upon sex differentiation in *Cryptomeria japonica* strobiles. *J. Jap. Forest Soc.* **42**, 176—180. 1960 b.

- Hayashi, T., Effect of gibberellin on the activity of amylase in germinated cereal grains. J. Agr. Chem. Soc. Japan **16**, 531—538. 1940.
- Hayashi, T., and Murakami, Y., Effect of gibberellin on elongation of primary root of rice plant. Jap. Gibb. R. A. Abstr. M. **4**, 21—22. 1961.
- , —, and Matsunaka, S., Changes in the activities of various enzymes in leaf-sheaths of rice plants treated with gibberellin. Bull. Agr. Chem. Soc. Japan **20**, 159—164. 1956.
- , Takijima, Y., and Murakami, Y., The physiological action of gibberellin. IV. J. Agr. Chem. Soc. Japan. **27**, 672—675. 1953.
- Herber, E. C., and Williams, M., Effects of gibberellins on plants and amphibian eggs. Proc. Pennsylvania Ac. Sci. **38**, 26—37. 1959.
- Herich, R., Gibberellin and sex differentiation of flowering plants. Nature **188**, 599—600. 1960.
- Hield, H. Z., Coggins, C. W., and Garber, M. J., Gibberellin tested on *Citrus*. Calif. Agr. **12**, 9, 11. 1958.
- Hotianovich, A. V., and Baidalina, N. A., The effect of gibberellic acid on the growth and anatomic and physiologic features of some woody species. Dokl. Ak. Nauk. **128**, 1084—1087. 1959.
- Humphries, E. C., and French, S. A. W., The effect of gibberellic acid on leaf area and dry matter production in majestic potato. Ann. Appl. Biol. **48**, 177—188. 1960.
- Hurel-Py, G., Action de l'acide indolacétique et de l'acide gibbérellique sur la croissance des tiges excisées d'*Equisetum arvense* (L). Compt. rend. Acad. Sci. (Paris) **250**, 2258—2260. 1960.
- Imamura, S., Hirono, Y., and Ogawa, Y., Bioassay of gibberellin. Jap. Gibb. R. A. Abstr. M. **3**, 35—36. 1960.
- Irvine, J. E., and R. H. Freyre, Reversal of genetic dwarfism on *Tephrosia vogelii* by gibberellin. Nature **185**, 115. 1960.
- Jackson, G. A. D., and M. V. Prosser, The induction of parthenocarpic development in *Rosa* by auxins and gibberellic acid. Naturwissenschaften **46**, 407—408. 1959.
- Jansen, H., Untersuchungen zur praktischen Anwendung der Gibberellinsäure im Gartenbau, insbesondere im Zierpflanzenbau. Gartenbauwissenschaft **25**, 249—286. 1960.
- Johnson, S. P., and Liverman, J. L., The control of summer dormancy by gibberellic acid. Plant. Phys. **32**, XLVIII. 1957.
- Jouanneau-Skakoun, A., Action particulière des doses élevées de gibbérelline sur la croissance des entre-noeuds de pois (*Pisum sativum*). In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- Kahn, A., Goss, J. A., and Smith, D. E., Light and chemical effects on lettuce seed germination. Plant. Phys. **31**, XXXVII. 1956.
- Kallio, P., and Piironen, P., Effect of gibberellin on the termination of dormancy in some seeds. Nature **183**, 1830—1831. 1959.
- Kato, J., Effect of gibberellin on elongation, water uptake, and respiration of pea-stem sections. Science **123**, 1132. 1956.
- Kato, Y., and Fukuhara, N., Stimulation of flower bud differentiation in conifers by gibberellin. Jap. Gibb. R. A. Abstr. M. **4**, 26—30. 1961.

- Kiermayer, O., Gesteigerte Xylem-Entwicklung bei *Solanum nigrum* durch den Einfluß der Gibberellinsäure. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **72**, 343—348. 1959.
- Kleber, W., und Lindemann, M., Erfahrungen aus der Anwendung von Gibberellinsäure in der Kleinmälzung und in der Praxis. Brauwelt **30/31**, 542—547. 1960.
- Knapp, R., Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen. 202 S. Stuttgart-Ludwigsburg. 1954. (Nicht über Gibberelline.)
- , Über die Wirkung von Gibberellin auf Wachstum und Blütenbildung bei verschiedenen Temperatur- und Lichtverhältnissen. Z. Naturforsch. **11 b**, 698—704. 1956.
- , Die Gibberelline und ihre Bedeutung für die Pflanzenphysiologie. Naturwissenschaften **45**, 408—413. 1958 a.
- , Die Gibberelline und ihre Wirkung auf die Pflanzenentwicklung. Umschau **58**, 83—86. 1958 b.
- , Bedeutung der Gibberelline für eine gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen. Naturwissenschaften **46**, 657. 1959.
- , Wirkung von mit Gibberellinsäure behandelten Pflanzen auf neben ihnen wachsende Individuen. Naturwissenschaften **47**, 285—286. 1960.
- , Die Entwicklung der Untersuchung der Gibberelline und einige ihrer heutigen Hauptprobleme. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962 a.
- , Gibberelline und gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962 b.
- , n. p.: Noch nicht veröffentlichte Versuchsergebnisse.
- Knobloch, I. W., Gibberellic acid and ferns. Am. Fern J. **47**, 134. 1957.
- Krekule, J., and Ullmann, The influence of gibberellic acid on the growth of underground parts and roots of wheat, lettuce and oats. Biol. Plant. **1**, 22—30. 1959.
- Kribben, F. J., Die Abkürzung der Samenruhe bei *Arabidopsis* durch Gibberellinsäure. Naturwissenschaften **44**, 313. 1957.
- Krug, H., Untersuchungen zur Beeinflussung der generativen Entwicklung der Kartoffelpflanze durch Gibberellin. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- , und O. Fischnich, Ertragsbeeinflussung der Kartoffel durch Gibberellin bei unterschiedlicher Lichtdauer. Angew. Bot. **23**, 207—221. 1959.
- Kuraishi, S., and T. Hashimoto, Promotion of leaf growth and acceleration of stem elongation by gibberellin. Bot. Magaz. **70**, 86—92. 1957.
- Laboureur, P., Interactions de l'acide gibbérelle et de l'acide indolacétique dans la germination du pollen de la tulipe. Compt. rend. Acad. Sci. (Paris) **250**, 1715—1717. 1960.
- Laibach, F., Über die Postfloration einiger *Ophrys*-Arten und ihre Beeinflussung durch Wuchsstoffe. Beitr. Biol. Pfl. **35**, 239—251. 1960.
- Lang, A., Induction of flower formation in biennial *Hyoscyamus* by treatment with gibberellin. Naturwissenschaften **43**, 284—285. 1956 a.
- , Gibberellin and flower formation. Naturwissenschaften **43**, 544. 1956 b.
- , The effect of gibberellin on flower formation. Proc. Nat. Ac. Sci. **43**, 709—717. 1957.
- , Gibberellin-like substances in photoinduced and vegetative *Hyoscyamus* plants. Planta **54**, 498—504. 1960.

- Leak, W. B., Gibberellin reduces root growth of yellow birch seedlings. J. Forestry **58**, 321. 1960.
- Leben, C., and L. V. Barton, Effects of gibberellic acid on Kentucky blue grass. Science **125**, 494—495. 1957.
- Levisohn, J., Effects of *Gibberella fujikuroi* on fungal root infections of *Pinus*. Nature **186**, 987—988. 1960.
- Lincoln, R. G., and K. C. Hamner, An effect of gibberellic acid on the flowering of *Xanthium*, a short day plant. Plant Phys. **33**, 101—104. 1958.
- Lindstrom, R. S., and S. H. Wittwer, Gibberellin and higher plants. IX. Flowering in geranium (*Pelargonium hortorum*). Qu. Bull. Mich. Exp. St. Mich. St. Univ. **40**, 225—231. 1957.
- Lippert, L. F., L. Rappaport and H. Timm, Systematic induction of sprouting in white potatoes by foliar application of gibberellin. Plant. Phys. **33**, 132—133. 1958.
- Liverman, J. L., and S. P. Johnson, Control of arrested fruit growth in tomato by gibberellin. Science **125**, 1086—1087. 1957.
- Lockhart, J. A., Reversal of light inhibition of pea stem growth by the gibberellins. Proc. Nat. Ac. Sci. **42**, 841—848. 1956.
- , The influence of red and far-red radiation on the response of *Phaseolus* to gibberellic acid. Phys. Plant **11**, 487—492. 1958.
- , and J. Bonner, Effect of gibberellic acid on the photoperiod-controlled growth of woody plants. Plant. Phys. **32**, 492—494. 1957.
- , and P. H. Deal, Prevention of red light inhibition of stem-growth in the *Cucurbitaceae* by gibberellin A₄. Naturwissenschaften **47**, 141—142. 1960.
- , and V. Gottschall, Growth responses of Alaska pea seedlings to visible radiation and gibberellic acid. Plant. Phys. **34**, 460—465. 1959.
- Lona, F., L'acido gibberellico determina la germinazione dei semi di *Lactuca Scariola* in fase scoto-inibizione. Ateneo Parmense **27**, 641—644. 1956 a.
- , L'azione dell'acido gibberellico sull'accrescimento caulinare di talune piante erbacee in condizione esterne controllate. N. Giorn. Bot. Ital. **63**, 61—76. 1956 b.
- , Osservazioni orientative circa l'effetto dell'acido gibberellico sullo sviluppo riproduttivo di alcune piante longidiurne e brevidiurne. Ateneo Parmense **27**, 867—875. 1956 c.
- , Brief account on the physiological activities of gibberellic acid and other substances in relation to photothermal conditions. Publ. U.I.B.S. (B) **34**, 141—167. 1959.
- , Ontogenetical sites of gibberellin-like manifestations. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- , e A. Bocchi, Interferenza dell'acido gibberellico nell'effetto della luce rossa e rossa-estrema sull'allungamento del fusto di *Perilla ocy-moides* L. Ateneo Parmense **27**, 645—649. 1956.
- , —, R. Borghi e A. Peri, Portamento rampicantevolubile provocato in alcune piante dal trattamento con acido gibberellico. N. Giorn. Bot. Ital. **63**, 496—506. 1956.

- Lu, K. C., C. M. Gilmour, A. C. Zagallo and W. B. Bollen, Effects of gibberellic acid on soil micro-organisms. *Nature* **181**, 189—190. 1958.
- Luckwill, L. C., The effect of gibberellic acid on fruit set in apples and pears. *Ann. Rep. Long Ashton* **1959**, 59—64.
- MacMillan J., J. C. Seaton and J. Suter, A new plant growth promoting acid, gibberellin A₅ from the seed of *Phaseolus multiflorus*. *Proc. Chem Soc. (London)* **1959**, 325.
- Maltzahn, K. E. v., and I. G. Mac Quarrie, Effect of gibberellic acid on growth of protonemata in *Splachnum ampullaceum* (L.) Hedw. *Nature* **181**, 1139—1140. 1958.
- Maramorosch, H., Reversal of virus-caused stunting in plants by gibberellic acid. *Science* **126**, 651—652. 1957.
- Margara, J., Comparaison de l'action de l'acide gibbérellique dans le genre *Beta*. *Compt. rend. Acad. Sci. (Paris)* **249**, 751—753. 1959.
- Marth, P. C., W. V. Audia and J. W. Mitchell, Effect of gibberellic acid on growth and development of plants of various genera and species. *Bot. Gaz.* **118**, 106—111. 1956.
- Mastkovsky, J., Application of gibberellins in breweries and malt plants. *Kvasny Pr.* **5**, 81. 1959.
- Masuda, J. Y., and G. H. Hamor, A note on the effects of gibberellins on alkaloid content of *Hyoscyamus niger*. *J. Am. Pharm. Ass. Sci. Ed.* **48**, 361. 1959.
- Mathon, C.-C., Effet de la gibbérelline sur les *Campanulacées*. *Compt. rend. Soc. Biol., Paris*, **153**, 1569—1571. 1960.
- McCune, D. C., and A. W. Galston, Inverse effects of gibberellin on peroxidase activity and growth in dwarf strains of peas and corn. *Plant Phys.* **34**, 416—418. 1959.
- McVey, G. R., and S. H. Wittwer, Gibberellin and higher plants. XI. Responses of certain woody ornamental plants. *Quart. Bull. Agr. Exp. St. Michigan St. Univ.* **40**, 679—697. 1958.
- Melchior, G. H., Über den Einfluß der Gibberellinsäure auf das Längenwachstum von Graupappel-Stecklingen, Aspen- und Roterlen-Sämlingen. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Merritt, J. M., Gibberellins for agriculture. *Agr. Food. Chem.* **6**, 184—187. 1958.
- Mes, M., Influence of gibberellic acid on the growth, flowering, nodulation and nitrogen assimilation of *Vicia villosa*. *Nature* **184**, 2035—2036. 1959.
- Mitchell, W. D., and S. H. Wittwer, Regulation of flower sex expression in gynoeious and monoecious cucumbers ... *Abstr. 55th Ann. M. Soc. Hort. Sci.* 1960.
- Mitra, C. C., and A. Allsopp, Effects of kinetin, gibberellic acid and certain auxins on the development of shoot buds on the protonema of *Pohlia nutans*. *Nature* **183**, 974. 1959.
- Mitsui, S., and K. Tuzimura, Studies on the effect of gibberellin on the nutrient uptake of crops. *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **4**, 23. 1961.
- Monaco, L. C., y A. Carvalho, Efeito da giberelina em mutantes de café. *Biol. Sptda. Serr. Café* **33**, 17. 1958.
- Moore, T. C., Effect of gibberellic acid on the growth of pea seedlings when imbibed through the seed coat. *Nature* **181**, 500. 1958.

- Morgan, D. G., The origin and commencement of research work on gibberellins in England. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- , and G. C. Mees, Gibberellic acid and the growth of crop plants. *J. Agr. Sci.* **50**, 49—59. 1958.
- Müller, F., Der Einfluß von Gibberellin auf die Frosthärte von Gerste und Weizen. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Munekata, H., and S. Kato, Application of gibberellin to malting industry. *Bull. Brewing Sci.* **3**, 1—10. 1957.
- Myodo, H., and S. Okamura, Application of gibberellin to early cut flowers of *Dahlia*. *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **3**, 9—10. 1960.
- Nelson, P. M., and E. C. Rossman, Chemical induction of male sterility in inbred maize by use of gibberellins. *Science* **127**, 1500—1501. 1958.
- Nelson, T. C., Early responses of some southern tree species to gibberellic acid. *J. Forestry* **55**, 518—520. 1957.
- Nickerson, N. H., Sustained treatment with gibberellic acid of five different kinds of maize. *Ann. Missouri Bot. Garden* **46**, 19—37. 1959.
- Nielsen N., and G. Bergquist, The stimulation of respiration of seeds with gibberellic acid and its analytical application. *Phys. Plant.* **11**, 329—331. 1958.
- Nieman, R. H., and L. Bernstein, Interactive effects of gibberellic acid and salinity on the growth of beans. *Am. J. Bot.* **46**, 667—670. 1959.
- Nitsch, J. P., Growth responses of woody plants to photoperiodic stimuli. Photoperiodism in woody plants. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **70**, 512—525, 526—544. 1957.
- , Quelques nouveaux stimulateurs chimiques de la parthénocarpie chez la tomate. *Bull. Soc. Bot. France* **107**, 251—263. 1960.
- Noguchi, Y., and E. Kamata, Effect of gibberellins ... (in rice). *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **3**, 18. 1960.
- Ogawa, Y., und S. Imamura, Über die fördernde Wirkung von Gibberellin auf die Blütenbildung einer Kurztagpflanze, *Pharbitis nil* Chois. *Proc. Jap. Ac.* **34**, 629, 1958.
- Paleg, L. G., Physiological effects of gibberellic acid. I. II. *Plant Phys.* **35**, 293—299, 902—906. 1960.
- Peck, H. M., S. E. McKinney, A. Tytell and B. B. Byham, Toxicological evaluation of gibberellic acid. *Science* **126**, 1064—1065. 1957.
- Pelton, J. S., Growth responses of alpine *Potentilla diversifolia* and *Achillea lanulosa* to gibberellic acid. *Butler Univ. Stud.* **13**, 215—218. 1958.
- Persson, A., and L. Rappaport, Gibberellin-induced systemic fruit-set in a male sterile tomato. *Science* **127**, 816. 1958.
- Peterson, C. E., and L. D. Ahneder, Induction of staminate flowers on gynoeocious cucumber with gibberellin A₃. *Science* **131**, 1673—1674. 1960.
- Pfnür, E., Wirkung von Gibberellinsäure bei der Samenkeimung. *Gartenbauwissenschaft* **22**, 541—549. 1957.

- Phinney, B. O., Growth responses of single-gene dwarf mutants in maize to gibberellic acid. *Proc. Nat. Ac. Sci.* **42**, 185—189. 1956 a.
- , Biochemical mutants in maize. Dwarfism and its reversal with gibberellins. *Plant Phys.* **31**, XX. 1956 b.
- , and C. A. West, The growth response of single gene dwarf mutants of *Zea mays* to gibberellin ... *Proc. Int. Genetic. Symp. Sci. Council. Japan* p. 384—385. 1957.
- , —, Gibberellins as native plant regulators. *Ann. Rev. Plant Phys.* **11**, 411—436. 1960.
- Pisek, A., und R. Schiessl, Die Temperaturbeeinflussbarkeit der Frosthärte von Nadelhölzern und Zwergsträuchern an der alpinen Waldgrenze. *Ber. Naturw.-med. Ver. Innsbruck* **47**, 33—52. 1946. (Nicht über Gibberelline.)
- Pilet, P.-E., et G. Collet, Etude du nanisme. I. Action de l'acide gibbérellique sur la croissance et la destruction in vitro des auxines. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **70**. 1960.
- Plack, A., Effect of gibberellic acid on corolla size. *Nature* **182**, 610. 1958.
- Plummer, T. H., and M. L. Tones, Effect of indoleacetic acid and gibberellic acid on normal and dwarf tomatoes. *Bot. Gaz.* **119**, 197—200. 1958.
- Poljakoff-Mayber, A., M. Evenari and G. Neumann, Effect of red light and gibberellic acid on the temperature-inhibited germination of lettuce seeds. *Bull. Res. Council Israel* **6**, D, 99. 1958.
- Prosser, M. V., and G. A. D. Jackson, Induction of parthenocarp in *Rosa arvensis* Huds. with gibberellic acid. *Nature* **184**, 108. 1959.
- Provasoli, L., Effect of plant hormones on seaweeds. *Biol. Bull.* **113**, 321, 1957.
- Radley, M., The distribution of substances similar to gibberellic acid in higher plants. *Ann. Bot.* **22**, 297—307. 1958.
- Rappaport, L., Gibberellic acid is so good for celery. *Grower* **47**, 1241—1242. 1957 a.
- , Effect of gibberellin on growth, flowering and fruiting of the Earlypak tomato, *Lycopersicum esculentum*. *Plant Phys.* **32**, 440—444. 1957 b.
- , L. F. Lippert and H. Timm, Sprouting, plant growth, and tuber production as affected by chemical treatment of white potato seed pieces. I. *Am. Potato J.* **34**, 254—260. 1957.
- , and O. E. Smith, Gibberellins in the rest period of the potato tuber. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Richardson, S. D., Germination of Douglas-fir seed as affected by light, temperature and gibberellic acid. *Forest Sci.* **5**, 174—181. 1959.
- Rives, M., et R. Pouget, Action de la gibbérelline sur la dormance de de la vigne. *Compt. rend. Acad. Sci., Paris*, **248**, 3600. 1959.
- Robbins, W. J., Gibberellic acid and the reversal of adult *Hedera* to juvenile state. *Am. J. Bot.* **44**, 743—746. 1957.
- Robert, E. A., O. A. Vogel and J. C. Craddock, Effect of gibberellic acid upon seedling emergence of slow and fast emerging wheat varieties. *Agr. J.* **53**, 30—32. 1961.
- Ruge, U., Anwendungsmöglichkeiten von Gibberellinen im Zierpflanzenbau. *Gartenwelt* **59**, 285—286. 1959.

- Sachar, R. C., and M. Kapoor, Gibberellin in the induction of parthenocarpy in *Zephyranthes*. *Plant Phys.* **34**, 168—170. 1959.
- Sachs, R. M., A. Lang, C. F. Bretz and J. Roach, Shoot histogenesis: Subapical meristematic activity in a caulescent plant and the action of gibberellic acid and AMO-1618. *Am. J. Bot.* **47**, 260—266. 1960.
- Sandegren, E., und H. Beling, Versuche mit Gibberellinsäure bei der Malzherstellung. *Brauerei, wiss. Beil.* **11**, 231. 1958.
- Sawade, E., and S. Imakawa, Action of gibberellin on germination of pollen and elongation of pollen tube. *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **3**, 11—12. 1960.
- Schmalz, H., Der Einfluß von Gibberellinsäure auf das Wachstum und die Blütenbildung von *Kalanchoë blossfeldiana* und *Salvia splendens*. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962 a.
- , Der Einfluß von Gibberellinsäure auf Wachstum, Entwicklung, Morphologie und Fertilität bei Winter- und Sommerweizen und Sommergerste. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962 b.
- Schraudolf, H., and J. Reinert, Interaction of plant growth regulators in regeneration processes. *Nature* **184**, 465. 1959.
- Scott, R. S., Effect of gibberellic acid and nitrogen on winter growth of pasture. *New Zealand J. Agr. Res.* **2**, 1203—1210. 1959.
- Scurfield, G., and E. F. Biddiscombe, Effects of gibberellic acid on winter pasture production. *Nature* **183**, 1196—1197. 1959.
- , and C. W. E. Moore, Effects of gibberellic acid on species of *Eucalyptus*. *Nature* **181**, 1276—1277. 1958.
- Seth, S. K., and G. S. Mathauda, Preliminary trials with gibberellic acid. *Indian Forester* **85**, 528—532. 1959.
- Skinner, C. G., F. D. Talbert and W. Shive, Effect of 6-(substituted)-purines and gibberellin on rate of seed germination. *Plant Phys.* **33**, 190—194. 1958.
- Skirde, W., Förderung der Blütenbildung durch Gibberellinsäure bei Ackerrotklee und Weißklee. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Skjægstad, K. R., The cytological basis of the gibberellin response in dwarf mutants of *Zea mays* L. Ph.D.-Dissertation Univ. Cal. Los Angeles 1960.
- Snyder, F. W., Effect of gibberellin on germination and early growth in the sugar beet. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.* **10**, 394—395. 1959.
- Soost, R. K., Gibberellic acid on mandarin. *Calif. Agr.* **12**, 5. 1958.
- Spicer, P. B., and L. A. Dionne, Use of gibberellin to hasten germination of *Solanum* seed. *Nature* **189**, 327—328. 1961.
- Spooner, A. E., J. E. Frizzell and B. A. Waddle, Gibberellin and cotton seedling growth. *Arkansas Farm Res.* **7**, 9. 1958.
- Stewart, W. S., F. T. Ching and D. D. Halsey, Effects of gibberellic acid sprays on Thompson Seedless grapes. *Lasca Leaves* **7**, 80. 1957.
- Stodola, F. H., Source book on gibberellin 1828—1957. 1958.
- , The discovery of the gibberellins in Japan and early research work on these substances in the United States of America. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.

- Stowe, B. B., and T. Yamaki, The history and physiological action of the gibberellins. *Ann. Rev. Plant Phys.* **8**, 181—216. 1957.
- Stoy, V., and A. Hagberg, Effects of gibberellic acid on erectoides mutations in barley. *Hereditas* **44**, 516—522. 1958.
- Stuart, N. W., and H. M. Cathey, Control of growth and flowering of *Chrysanthemum morifolium* and *Hydrangea macrophylla* by gibberellin. *Proc. 15th Int. Hort. Congr. Nice* 1958.
- Sudia, T. W., Influence of temperature on the response of germinating barley grains to potassium gibberellate. *Plant Phys.* **34**, 473. 1959.
- Sumiki, Y., Recent Japanese results on chemistry of gibberellins. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962 a.
- , New Japanese work on the physiological effects of gibberellins on plants. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962 b.
- , Applications of gibberellins in Japan. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962 c.
- Takahashi, N., Y. Seta, H. Kitamura and Y. Sumiki, An new gibberellin, gibberellin A₄. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* **21**, 396—398. 1957.
- , —, —, Chemical structure of gibberellins. XIII. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* **22**, 432—433. 1958.
- Takizawa, Y., and S. Kano, The influence of gibberellin on the mulberry leaves and silkworm rearing. *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **3**, 4—5. 1960.
- Thurber, G. A., J. R. Douglas and A. W. Galston, Inhibitory effect of gibberellin on nodulization in dwarf beans, *Phaseolus vulgaris*. *Nature* **181**, 1082—1083. 1958.
- Tronchet, A., La stimulation de la croissance des plantes par les gibbérellins ... dans le cas des plantes volubiles. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs* **61**, 67—80. 1960.
- , J. Tronchet et J. Marchal, Transformation de feuilles en vrilles par traitement gibbérellique (*Lactuca saligna* L., var. annuelle). *Compt. rend. Acad. Sci. (Paris)* **252**, 2927—2929. 1961.
- Tsukamoto, Y., K. Kano and T. Namiki, Effect of gibberellin on breaking of dormancy of the potato tuber. *Agric. Horticult. (Japan)* **32**, 1645—1647. 1957.
- Ulmer, W., Über den Jahresgang der Frosthärte einiger immergrüner Arten der alpinen Stufe ... *Jb. wiss. Bot.* **84**, 553—592. 1937. (Nicht über Gibberelline.)
- Vaarama, A., and N. Tarén, The effect of gibberellic acid and fungi on spore germination and protonema growth in mosses. *Bot. Notiser* **112**, 781—783. 1959.
- Van den Ende, J., and Korneef, P., Gibberellic acid and osmotic pressure. *Nature* **186**, 327. 1960.
- Varga, A., Einige Anwendungsmöglichkeiten der Gibberelline im Gartenbau. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- Viana, M. J., Differential action of indoleacetic acid and gibberellin on decapitated plants of *Bryophyllum daigremontianum*. *Portug. Acta Biol.* **5**, A, 282. 1958.

- Vittos, A. J. and W. Meudt. The effect of light and of the shoot apex on the action of gibberellic acid. Contr. Boyce Thompson Inst. **19**, 55—62. 1957.
- Wada, B. Cytological studies on the effect of gibberellin on the mitotic cell. Jap. J. Genetics Suppl. **2**, 24—28. 1949.
- Warden, W. K. and P. J. Schaible. Effect of gibberellic acid in broiler starter rations. Poultry Science 1958. Zitiert nach Wittwer u. Bukovac 1958.
- Wardlaw, C. W. and G. C. Mitra. Responses of a fern apex to gibberellic acid, kinetin and α -naphthaleneacetic acid. Nature **181**, 400—401. 1958.
- Wareing, P. F. Interaction between indoleacetic acid and gibberellic acid in cambial activity. Nature **181**, 1744—1745. 1958.
- Watanabe, R. and R. E. Stutz. Effect of gibberellic acid and photoperiod on indoleacetic acid oxidase in *Lupinus albus* L. Plant Phys. **35**, 359—361. 1960.
- Weaver, R. J. Effect of gibberellic acid on fruit set and berry enlargement in seedless grapes of *Vitis vinifera*. Nature **181**, 851—852. 1958.
- Toxicity of gibberellin to seedless and seeded varieties of *Vitis vinifera*. Nature **187**, 1135—1136. 1960.
- and S. B. McCune. Further studies with gibberellins on *Vitis vinifera* grapes. Bot. Gaz. **121**, 155—162. 1960.
- Wellensiek, S. J. Neutronic mutations in peas. Euphytica **8**, 209—215. 1959.
- Gibberellin and flowering. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962.
- Weller, L. E., S. H. Wittwer, M. J. Bukovac and H. M. Sell. The effect of gibberellic acid on enzyme activity and oxygen uptake in bean plants (*Phaseolus vulgaris*). Plant Phys. **32**, 371—372. 1957.
- West, C. A. and B. O. Phinney. Gibberellins from flowering plants. I. Isolation and properties of a gibberellin from *Phaseolus vulgaris* L. J. Am. Chem. Soc. **81**, 2424—2427. 1959.
- Westing, A. H. Effect of gibberellin on conifers: Generally negative. J. Forestry **57**, 120—122. 1959.
- Whaley, W. G. and J. Kephart. Effect of gibberellic acid on growth of maize roots. Science **125**, 234. 1957.
- Wittwer, S. H. and M. J. Bukovac. Gibberellin and higher plants. VIII. Seed treatment for beans, peas, and sweet corn. Quart. Bull. Agr. Exp. St. Michigan St. Univ. **40**, 215—224. 1957 a.
- — Gibberellins, new chemicals for crop production. Quart. Bull. Agr. Exp. St. Michigan St. Univ. **39**, 469—494. 1957 b.
- — Gibberellins and higher plants. V. Promotion of growth in grass at low temperatures. Quart. Bull. Agr. Exp. St. Michigan St. Univ. **39**, 682—686. 1957 c.
- — Gibberellin and higher plants. X. Field observations with certain vegetable crops. Quart. Bull. Agr. Exp. St. Michigan St. Univ. **40**, 352—364. 1957 d.

- , —, The effects of gibberellin on economic crops. *Econ. Bot.* **12**, 213—255. 1958.
- , —, Effects of gibberellin on the photoperiodic responses of some higher plants. In: *Photoperiodism and related phenomena* p. 373—380. Washington 1959.
- , —, Some gibberellin effects on flowering of plants. In: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline*. 1962.
- , —, H. M. Sell, and L. E. Weller, Some effects of gibberellin on flowering and fruit setting. *Plant Phys.* **32**, 39—41. 1957.
- Yamaki, T., and T. Hashimoto, Comparative effectiveness of gibberellins A₁, A₂, A₃ and A₄. *Jap. Gibb. R. A. Abstr. M.* **3**, 31—32. 1960.

Anm.: Erscheinungsort von „Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline“ (1962): Berlin, Göttingen, Heidelberg (Springer-Verlag).

Aus dem Institut für Obstbau der Universität Bonn
 Direktor: Prof. Dr. F. Hilkenbäumer

Zur Ätiologie der Stippigkeit von Apfelfrüchten

II. Mitteilung

Von

G. Buchloh, P. Baxter und J. Neubeller

Die Stippigkeit der Äpfel zeichnet sich makroskopisch bekanntlich dadurch aus, daß verhältnismäßig kleine, meist an den Endungen der Leitbündel, zuweilen aber auch neben ihnen liegende Gewebepartien des Fruchtparenchyms durch gelblich-bräunliche Verfärbung der Zellmembranen einen Charakter annehmen, der vielfach als „korkartig“ (in der englisch-sprachigen Literatur als „corky“) bezeichnet wird. Das stippige Gewebe erfährt noch vor der Verfärbung der Zellmembranen eine teilweise oder vollständige Desorganisation seiner Zellen, die durch Kollabieren der Zellmembranen und „Austrocknen“ der befallenen Gewebepartien zum Ausdruck kommt. Unter diesen Umständen wäre die Verfärbung der Zellmembranen als postmortaler Vorgang aufzufassen. Deshalb erscheint es keineswegs sicher, ob hier eine tatsächliche Verkorkung stattfindet.

Zur Klärung dieser Frage führten wir histochemische und elektronenmikroskopische Untersuchungen über den submikroskopischen Feinbau braunverfärbter Zellmembranen sowie einige Analysen der fettartigen Bestandteile aus stippigen Geweben durch. Als Versuchsmaterial dienten Früchte der Sorten Cox Orange, Ontarioapfel und Zabergäu-Renette.

Im lichtmikroskopischen Bild ist das stippige Gewebe zunächst durch Bräunung und Zerreißen der Zellwände gekennzeichnet, später findet man amorphe Einschlüsse sowie kleine fettartige Tropfen, die aber keine deutliche Färbung mit den Fettfarbstoffen Alkannin, Sudan III und Nilblau zeigten. Stärkekörner sind häufig aber nicht immer in oder unmittelbar neben dem stippigen Gewebe nachzuweisen, lange nachdem sie aus dem gesunden Gewebe verschwunden sind. Obwohl Rutheniumrot das stippige Gewebe sowie auch die Leitbündel tiefrot färbt, läßt dies nicht unbedingt auf Pektinveränderungen schließen, da die unterschiedliche Färbung auch nach Auswaschen der Schnitte mit Kaliumnitrat und warmem Wasser (zur Beseitigung der Pektate) auftrat. Beobachtete man nun die Zellen an der Peripherie kleiner Stippflecken, also Zellen, die sich wahrscheinlich in der ersten Stufe der Stippigkeit befinden, so erschien als erstes Merkmal einer Anomalität eine Auflockerung und Zerfaserung der Zellwand und eine größere Affinität für Nilblau, sowie eine Ansammlung der mit Sudan III anfärbbaren Tröpfchen an der Zellwand, die nicht wie im gesunden Gewebe diffus durch das Cytoplasma verteilt waren.

Da mit dem Lichtmikroskop keine Einzelheiten der Zellwandstruktur zu sehen waren, wurden elektronenmikroskopische Untersuchungen vorgenommen. Die Gewebe wurden in Proben von ca. 2×2 mm Kantenlänge zerlegt, nach üblicher Methode mit Osmiumtetroxyd fixiert, entwässert und in Methacrylat oder Vestopal eingebettet. Großflächige Schnitte wurden auf dem Ultramikrotom nach Porter-Blum der Fa. Sorvall mit Glasmessern angefertigt.

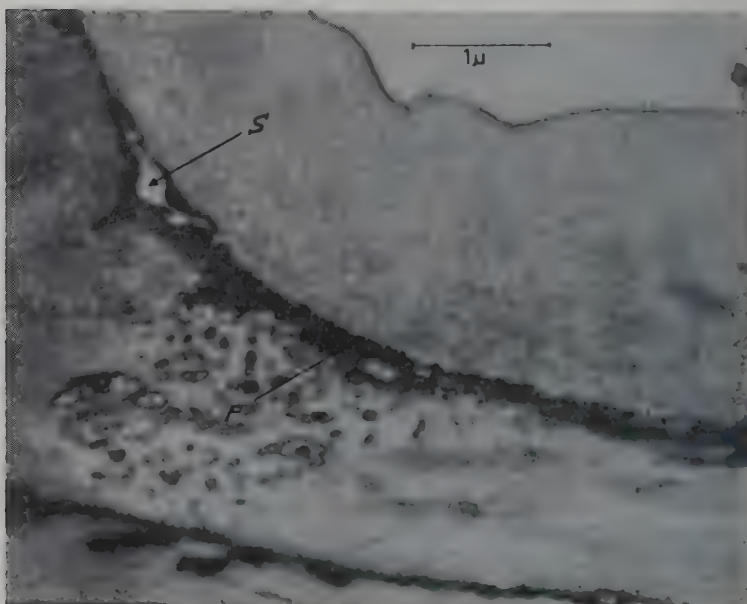


Abb. 1. Zellwand des stippigen Gewebes von Zabergäu-Renette (O. V.: 6900; E. V.: 25 000)

Im stippigen Gewebe (Abbildung 1) findet mit Osmiumtetroxyd eine deutliche Kontrastierung im Bereich der Mittellamelle statt (F). Es ist möglich, daß die zum Teil schwarze Färbung dieser Zone durch Anhaufung von OsO_4 -reduzierenden ungesättigten Fettsäuren entsteht. Die typische, feinlamellierte Suberinschicht (SITE, 1957; FAIK u. EILHART, 1961) haben wir nicht gefunden. Es dürfte sich hier also nicht um eine Verkorkung handeln. Gleichzeitig treten in dieser Zone „Pohlstellen“ (S) auf, bei denen es sich um eine echte Separation der Membranen benachbarter Zellen oder um Pektin-„Inseln“ handeln dürfte, die nach dem Pektinabbau im stippigen Gewebe erhalten geblieben sind. Die Zellwände des gesunden Gewebes (Abbildung 2) erscheinen demgegenüber homogen, differenzierte Mittellamellen sind nicht zu erkennen.

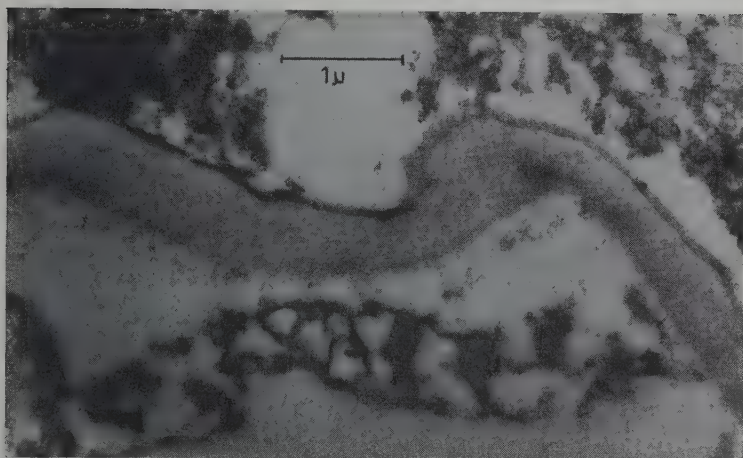


Abb. 2. Zellwand des gesunden Gewebes von Ontarioapfel
(O. V.: 6900; E. V.: 22 100)

Um eventuelle Unterschiede ihres Gehaltes an Fettsäuren zu klären, wurden Parenchymproben von stippigem und gesundem Gewebe stippiger Äpfel (Cox Orange) getrocknet, im Soxhlet 8 Stunden mit Petroläther extrahiert, der Extrakt anschließend verseift und die freien Fettsäuren in Methylester übergeführt. Die Trennung des Gemisches erfolgte gaschromatographisch an Diäthylenglycoladipat-Polyester (Lac-2-R-446 der Fa. Cambridge Ind. Vö. Mass.) vor und nach Bromierung der Fettsäureester.

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, bestehen die Fettsäuren der im Apfelfleisch vorkommenden Ölfraktionen zur Hälfte aus ungesättigten Fettsäuren der C_{18} -Gruppe. Die Zusammensetzung der Ölfraktion des Fruchtfleisches ist ähnlich wie die der Epidermis und Cuticula (MAZLIAK,

Prozentuale Zusammensetzung der Fettsäuren im Fruchtwewe von
Cox Orange

Fettsäuren	Gesundes Gewebe	Stippiges Gewebe
Caprinsäure	weniger als 1,0	weniger als 1,0
Laurinsäure	3,1	4,1
Myristinsäure	2,1	3,8
Palmitinsäure	24,7	29,3
Unbekannt (zw. C_{10} u. C_{18})	—	3,5
Stearinsäure	3,8	9,5
Ölsäure	5,7	21,6
Linolsäure	45,1	21,2
Linolen- u. Arachinsäure	14,9	6,5

1958). Unterschiede zwischen stippigem und gesundem Gewebe liegen besonders innerhalb der ungesättigten Säuren der C₁₈-Gruppe.

Da weder mikroskopisch noch histochemisch eine echte Verkorkung der Wände stippiger Zellen nachgewiesen werden konnte, sind wir der Meinung, daß es sich um unspezifische Verbräunungen der Zellwände handelt und daß die Entstehung der Stippigkeit in erster Linie auf einen Zusammenbruch der Mittellamelle zurückzuführen ist.

Literatur

- Falk, H., u. El-Hadidi, M., Der Feinbau der Suberinschichten verkorkter Zellwände. Ztschr. Naturforschung **16 b**, 134, 1961.
- Mazliak, P., Evolution de l'enduit de revêtement des pommes (variété Calville blanc) au cours de la maturation. Compt. rend. Acad. Sci., Paris, **246**, 3368, 1958.
- Sitte, P., Der Feinbau der Korkzellwände. In Treiber, E.: Die Chemie der Pflanzenzellwände. Berlin—Göttingen—Heidelberg. 1957.

Aus dem Forstbotanischen Institut der Bayerischen Forstlichen Forschungsanstalt, München

Was ist Apisflor?

Pollenanalytische Untersuchung eines neuen Wirkstoffpräparates

Von

Bruno Huber und Hannes Mayer

Die Kalorienlehre des ersten Weltkriegs, welche die Nahrungsmittel unterschiedslos nur nach ihrem Brennwert beurteilte, ist schon im zweiten Weltkrieg und mehr noch nachher durch eine moderne Wirkstofflehre verdrängt worden, welche alle für die Gesundheit notwendigen Stoffe in einem ausgewogenen Verhältnis zu bieten trachtet und dabei im Sinne des Gesetzes des Minimums besonders Mangelkrankheiten aller Art zu vermeiden sucht. So werden statt des fertigen Eiweißes mit Vorliebe leicht aufnehmbare Aminosäuren geboten. Auch Fette werden nach ihrem Gehalt an „essentiellen“ Fettsäuren unterschiedlich bewertet, die Grundnahrung an Kohlenhydraten soll man nicht ihrer natürlichen Beimengungen an Vitaminen und Spurenelementen berauben.

Der finnische Nobelpreisträger VIRTANEN hat wohl recht, daß im letzten Kriege viele Tausende verhungert wären, wenn die Kalorienlehre richtig wäre, weil die für erforderlich gehaltenen Kalorienzahlen weiten Bevölkerungskreisen nicht zur Verfügung standen. Freilich unterschätzt er dabei vielleicht die Zubeßen, welche die Hausfrauen überall den amtlichen Rationen hinzuzufügen mußten. Gehört doch der Trieb zur Vorratshaltung, der „Hamstertrieb“, zur Instinktausstattung der Frau. Vielleicht wäre die Menschheit, kaum entstanden, schon in der Eiszeit wieder ausgestorben, wenn diese kluge Voraussicht gefehlt hätte.

Die Hochschätzung von Vitaminen und Spurenelementen hat eine — in Grenzen gesunde — Rückkehr zu natürlichen Rohstoffen begünstigt. Man hat insbesondere erkannt, daß nicht nur das der Aleuronschicht des Vollkorns beraubte Weißmehl, sondern mehr noch der „raffinierte“ Rohrzucker als chemisch reinstes Produkt der gesamten Nahrungsmittelherzeugung unsere Ernährung unentbehrlicher Wirkstoffe beraubt hat, die früher mit größerer Kost aufgenommen wurden.

Die Wirkstoffe des Getreides werden heute durch Vollkornbrote, Getreidekeimöle und Hefepreparate in angereicherter Form zugeführt. Auch der natürlichen Darmflora wird im Zeichen der experimentellen Symbioseforschung (BUCHNER, KOCH) eine beträchtliche ernährungsphysiologische Bedeutung zugeschrieben. Bezüglich der Begleitstoffe des Zuckers interessiert besonders der Honig, der früher die wichtigste Süßstoffquelle der menschlichen Ernährung war. So war die alte Reichsstadt Nürnberg wegen ihrer Lebkuchen mit Recht berühmt. 35 umliegende, heute aufgelassene „Zeidlergemeinden“ im Nürnberger

Reichswalde versorgten die Stadt mit dem dafür notwendigen Waldhonig. In kleinerem Umfange galt ähnliches aber wohl für viele andere mittelalterliche Städte, welche ihre besonderen Törtchen als Spezialitäten herstellten. Als der Rohrzucker billig eingeführt und im Gefolge der Kontinentalsperre Napoleons schließlich auch aus der heimischen Rübe in Massen erzeugt wurde, ging das Imker- und Zeidlergewerbe zurück. Nach ZWÖLFER werden in Deutschland heute vom Menschen nur noch etwa 5 % der Waldhonigtracht gewonnen und genutzt. Der Honig kann preislich mit dem billigen Massenprodukt nicht konkurrieren. Hier scheint sich aber ein Wandel anzubahnen, seitdem man erkannt hat, daß der Honig außer dem Zucker eine Menge von lebenswichtigen Wirkstoffen und Spurenelementen enthält, welche besonders in einer Zeit wirtschaftlichen Wohlstandes die höheren Aufwendungen rechtfertigen.

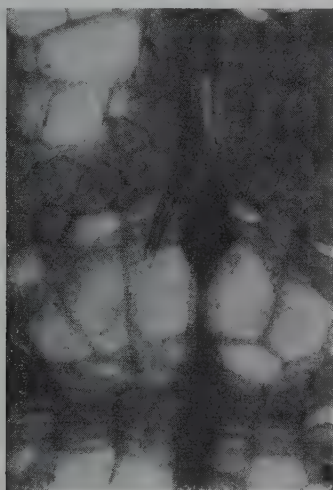
In diesem Zusammenhang sei zunächst darauf hingewiesen, daß im atlantischen Nordamerika einschließlich Kanada der Rohrzucker den heimischen *Ahornzucker* niemals völlig verdrängen konnte, obwohl auch dieser teurer ist als Rohrzucker. Das Publikum verlangt von Konditoreien, daß traditionelle Bäckereien mit Ahornzucker gesüßt werden. Zur Zeit des Saftflusses ziehen zahlreiche Parties aufs Land, um ihn an der Quelle zu genießen wie bei uns den neuen Wein. Ein Bestand von Zuckerahornen bildet bei dieser Einstellung der Bevölkerung für den Farmer eine verlässliche Einnahmequelle. Dabei hat sich gezeigt, daß dieser gewaltsam erbohrte Saft (größere Bäume liefern jährlich etwa 50 l) Zucker, Aminosäuren und Spurenelemente enthält (HUBER 1960)¹).

Auch beim Honig hat sich gezeigt, daß der den Bestäubern von der Pflanze aus Nektarien freiwillig gebotene *Blütenhonig* nicht die ernährungsphysiologisch ideale Zusammensetzung hat: Die Honigdrüsen sezernieren wohl Zucker, halten aber organische Stickstoffverbindungen (Aminosäuren), Phosphor und Spurenelemente weitgehend zurück (ZIEGLER, LÜTTGE). Viel gehaltvoller ist der von den Blattläusen aus den Siebröhren (die man als die Blutbahnen der Pflanze bezeichnen könnte) gewaltsam erbohrte (Abb.) und im Überschuß wieder abgegebene „Honigtau“, der von Bienen, Ameisen und zahllosen anderen Insekten als „*Waldhonig*“ eingetragen wird. Er fließt so reichlich, daß seine Menge von ZWÖLFER auf etwa ein Sechstel der gleichzeitigen Holz-erzeugung geschätzt wird (die Rechnung gründet sich auf den Gewichtsunterschied zwischen stamm-aufwärts und honigbeladenen stammabwärts laufenden Ameisen).

Haben diese Einblicke den früher als „Läusekot“ etwas suspekten Waldhonig gegenüber dem Blütenhonig in der ernährungsphysiologischen Bewertung einen Vorsprung verschafft, so erfährt dieses Urteil durch die nunmehr zu besprechenden Tatsachen eine gewisse Korrektur: Während die Blattläuse vom Siebröhrensaft allein leben, tragen die Bienen aus den Blüten bekanntlich nicht nur Honig, sondern wenigstens

¹) Die Äsung von Knospen und Rinde durch das Wild dürfte u. a. den neuerdings nachgewiesenen Antibiotika gelten (JUNG).

aus bestimmten Blumen (Pollenblumen), wie der Heckenrose, Pfingstrose, Trollblume auch Blütenstaub ein; er dient einerseits der Gewinnung von Wachs für den Bau der Waben, ist aber auch für die Ernährung unerlässlich (v. FRISCH)²⁾. Pollen findet sich daher als „Verunreinigung“ in allen Blütenhonigen und erleichtert ihre Herkunftsbestimmung. Besonders reichlich findet sich Pollen im Wabenhonig, bei dem die zarten natürlichen Waben mitgenossen werden.



Spitze des Stechrüssels der Aphide *Longistigma caryae* in einer einzelnen Siebröhre des Lindenbastes, ca. 600fach vergrößert. Nach ZIMMERMANN.

Die Angabe russischer Autoren, daß unter den von ihnen untersuchten über hundert Jahre alten Personen der Wabenhonig in der Ernährung vielfach eine größere Rolle gespielt habe, brachte nun einen Kärntner, Dr. Erwin MÜLLER in Guttaring, auf den Gedanken, ein Blütenstaubpräparat Apisflor in den Handel zu bringen, das in Deutschland von Freilassing aus vertrieben wird und für das die Zeitungen Reklame machen. Botanisch sicher ist seit den klassischen Experimenten FITTINGS (1910), daß der Pollen nicht nur der Befruchtung dient, sondern auch nach dem Abtöten, auf weibliche Narben gebracht, Fruchtknotenschwellungen verursacht. Er besitzt also über die Sexualkerne hinaus eine Hormonausstattung, welche sein eigenes Wachstum, aber auch das der Samenanlage begünstigt.

²⁾ Bekanntlich können die Bienen durch die Art der Ernährung an Stelle geschlechtlich untüchtiger Arbeiterinnen Königinnen züchten. Ob dieser naturgemäß recht kostspielige „Königinnensaft“ (gélée royale) auch beim Menschen die ihm zugeschriebene hohe Wirksamkeit aufweist, mögen die Mediziner entscheiden; bei seiner Bereitung spielt Blütenstaub eine bevorzugte Rolle.

Wie weit diese Stoffe auch für den Menschen wirksam sind, ob sie wirklich das Elixier der Hundertjährigen sind und den uralten Menschheitstraum einer Verjüngung erfüllen, müssen die Mediziner entscheiden. Uns als Botaniker interessierte die Zusammensetzung des Präparats, die Frage, welche Pollen es enthält, ob der Pollen nach dem Stäuben gesammelt oder zusammen mit den Blüten verarbeitet wurde.

Wir hielten die Aufgabe für technisch einfach, da die mikroskopische Pollenanalyse in den letzten Jahrzehnten durch Tausende von Einzelarbeiten vorzüglich durchgearbeitet ist. Wider Erwarten gestaltete sich die Untersuchung aber viel schwieriger, als wir erwartet hatten und brachte ebenso überraschende wie aufschlußreiche Ergebnisse:

Nach der üblichen Aufbereitung in 10 %iger Kalilauge und Anreicherung der Pollen in der Zentrifuge wurden vom zweiten Verfasser zwei Proben mit je 650–700 Pollenkörnern angefertigt und durchgezählt. Zur Bestimmung stand der vorläufige Pollenschlüssel von FAEGRI-IVERSEN und ein entsprechendes „Herbar“ von acetolysierten Pollen- und Sporenpräparaten zur Verfügung, welches rd. 300 Angiospermen- und Gymnospermenpollen sowie Farn- und Moosporen umfaßte.

Die erste Überraschung war nun, daß die in Moorproben weitaus überwiegenden Pollen windblütiger Bäume so spärlich vertreten waren (4–7 Prozent der Gesamtzahl), daß zur repräsentativen Erfassung viele tausende von Proben hätten durchgezählt werden müssen. Abweichend von der üblichen Darstellung werden daher für diesen besonderen Zweck nicht die Baumpollen (BP), sondern die Summe der Nichtbaumpollen (NBP) mit hundert Prozent bewertet, und die Baumpollen in Prozent der Nichtbaumpollen gesondert angeführt.

Das starke Überwiegen der NBP erschwert natürlich die Bestimmung sehr, weil der Kreis in Betracht zu ziehender Formen ungleich größer wird. So darf es nicht Wunder nehmen, daß 25 bzw. 27 Prozent der Pollen überhaupt unbestimmt bleiben mußten.

Wir besprechen nun die Ergebnisse im einzelnen:

1. Nichtbaumpollen

Nahezu ein Drittel der Nichtbaumpollen stellen kleine bis kleinste Dreifaltpollen (15–25 μ) ohne besondere Skulptureigenschaften der Pollenoberfläche (Tricolpatae, Psilatae). In dieser Sammelgruppe besitzen Lippenblütler (*Labiatae*, u. a. *Lamium*-Typ) und Rachenblütler (*Scrophulariaceae*) den Hauptanteil. Mangels ausreichender Vergleichsmöglichkeiten kann der Anteil von Rosen- und Hahnenfußgewächsen (*Rosaceae* und *Ranunculaceae*) — wenn überhaupt ausscheidbar — nicht sicher bestimmt werden. Eine einheitliche Gruppe von Dreifaltpollen mit netzartiger Oberflächenskulptur (Kreuzblütler, *Cruciferae*) erreicht rd. 17 % der NBP. Vorläufig ist in dieser Familie eine genauere Ansprache von Gattungen und Arten nicht möglich. Vielleicht handelt es sich bei diesem einheitlichen Massenauftreten um landwirtschaftliche Kulturpflanzen (Raps?). Es ist nicht ausgeschlossen, daß einige morphologisch ähnliche Pollen mit Margo (abweichende Gestaltung des Furchenrandes) der Gattung Holunder (*Sambucus*) zuzuschreiben sind.

Analysenergebnis von Apisflor

	Probe I 498 = 100 %	Probe II 547 = 100 %
1. Nichtbaumpollen		
davon		
<i>Labiatae</i> — <i>Scrophulariaceae</i>	31,0	38,0
<i>Cruciferae</i>	17,4	17,3
<i>Rosaceae</i>	11,5	13,5
<i>Compositae</i> { <i>Liguliflorae</i>	14,1	10,4
{ <i>Tubuliflorae</i>	8,4	7,0
<i>Liliaceae</i>	2,8	3,3
<i>Ranunculaceae</i> (Caltha-Typ)	2,8	1,6
<i>Umbelliferae</i>	1,4	0,9
<i>Ericales</i>	0,4	0,2
<i>Cerealia</i> (cf. <i>Zea mays</i>)	4,0	2,4
<i>Gramineae</i> (Wildgras-Typ)	1,4	0,7
<i>Cyperaceae</i>	0,4	0,6
<i>Plantago</i>	1,6	1,7
<i>Rumex</i>	0,8	0,9
<i>Chenopodium</i>	0,4	0,5
<i>Epilobium</i>	0,4	0,2
<i>Geranium</i>	0,2	0,2
<i>Succisa</i>	0,2	0,2
<i>Artemisia</i>	0,2	0,2
<i>Humulus</i>	0,2	0,2
<i>Centaurea</i> (<i>cyanus</i>)	0,2	—
cf. <i>Hedera</i> (?)	0,2	—
NBP	100,0 %	100,0 %
2. Baumpollen		
<i>Fagus</i> (cf.)	4,0	2,8
<i>Quercus</i>	0,6	0,2
<i>Tilia</i>	0,6	0,4
<i>Fraxinus</i>	+	—
<i>Acer</i>	0,2	0,2
cf. <i>Ostrya</i> (?)	0,6	0,2
cf. <i>Carpinus</i>	0,2	+
<i>Salix</i>	+	+
<i>Picea</i>	—	+
<i>Pinus</i>	0,2	—
<i>Abies</i>	+	—
<i>Corylus</i>	0,4	0,4
BP in % der NBP	6,8 %	4,2 %
3. Nicht bestimmbare Pollen		
in % der Nichtbaumpollen	27,0 %	25,0 %

Noch groß ist der Anteil von *Rosaceae*-Pollen. Es handelt sich bei dieser Gruppe ebenfalls um Dreifaltpollen mit fehlender bis leicht streifiger Skulptur der Pollenoberfläche und wechselnder Stärke der Exine. Zweifellos dominieren rosenblütige Gehölze und Sträucher wie *Sorbus*, *Prunus*, *Rubus* und auch *Rosa*. Eine nähere Bestimmung ist ebenfalls noch nicht möglich. Die Familie der Korbblütler (*Compositae*)

wird durch zwei Pollentypen repräsentiert. Am häufigsten sind gefensterter Pollen mit stacheliger Pollenoberfläche, nach dem groben Gliederungsversuch von WODEHOUSE (1935) typisch für *Liguliflorae*. Hierher gehören, ohne daß eine Unterscheidung im einzelnen möglich wäre, *Leontodon*, *Taraxacum*, *Crepis*, *Hieracium* usw. Weniger häufig kommen stachelige bis höckerige Dreifaltpollen vor, die im pollenanalytischen Sinne als *Tubuliflorae* zusammengefaßt werden. Sie repräsentieren — nicht unterscheidbar — Gattungen wie *Bellidiastrum*, *Anthemis*, *Doronicum*, *Cirsium*, *Senecio*, *Solidago* usw.

Mit wesentlich geringeren Mengen treten netzige Einfaltpollen auf, die als Liliengewächse (*Liliaceae*, u. a. *Allium*-Typ) identifiziert wurden. Dreifaltpollen mit gleichmäßiger punktförmiger Pollenoberfläche sind für eine Gruppe von Hahnenfußgewächsen charakteristisch, für die nach Struktur und Skulptur des Pollens u. a. *Caltha* typisch ist. Die vorgefundenen *Umbelliferae*-Pollen (Doldenpflanzen) sind ebenfalls nicht genauer bestimmbar (*Chaerophyllum*, *Pimpinella*?). Auffallend selten sind Tetraden von dreifaltigen Pollen, die *Ericales*-Pollen (Heidekräuter) kennzeichnen. Mit Sicherheit konnte ein *Calluna*-Typ angesprochen werden. Einzelne *Vaccinium*-Typen sind wahrscheinlich, ein *Rhododendron*-Typ ist möglich.

Nicht der Zahl nach, aber durch ihre Größe (70–80 μ) um so auffallender, sind einporige Pollen mit deutlicher ringförmiger Verdickung der Pore (Anulus) und dickwandiger mehrschichtiger Exine. Da der Getreidotyp innerhalb der *Gramineae* in der Regel nur 30–50 μ groß ist, kann es sich nur um Pollenkörner vom Mais (*Zea Mays*) handeln. Einige wenige Pollen von Getreide-Größe wurden gefunden. *Gramineae* vom Wildgras-Typ (Größe 15–25 μ) waren auffallend selten. Sporadisch kommen *Cyperaceae*-Pollen vor (Inaperturatae mit rudimentären Poren). Auch die auffallend starke Exine ermöglichte keine weitere Bestimmung. Sicher konnten dagegen verschiedentlich mehrporige Pollen von *Plantago* und *Chenopodium* bestimmt werden. Zu diesen Kulturzeigern gehörig fand sich auch noch *Rumex*.

Die übrigen bestimmbaren Pollen traten zerstreut auf. Durch Größe (70–80 μ) und Gestalt unverkennbar ragt der dreiporige *Epilobium*-Pollen heraus. Einzelne Pollen von *Geranium*, *Succisa*, *Artemisia*, *Centaurea*, *Caryophyllaceae*, *Humulus*-, *Iris*-Typ, *Nuphar* finden sich gelegentlich. Die Vergleichsbestimmung von *Hedera* (cf.) ist noch einmal zu überprüfen.

2. Baumpollen

Sie erreichen, wie bereits gesagt, nur 4–7 % der Nichtbaumpollen. Dabei ist Buche (*Fagus*) am häufigsten. Bei diesem dreifaltporigen Pollen erinnern einzelne Körner (Indet.) mit relativ dicker Exine an *Polygonum* (*historta*-Typ) und andere an *Helianthemum*. Dieser Eindruck kann auch durch die verschiedene Behandlung von Untersuchungs- und Vergleichsmaterial hervorgerufen sein. Bis jetzt ist noch nicht geklärt, inwieweit innerhalb der vielgestaltigen Baumpopulationen morphologische Pollenunterschiede bei verschiedenen Ökotypen bestehen. Eichen- (*Quercus*-) Pollen sind noch häufiger als Pollenkörner von Linde (*Tilia*)

Einzelne besonders große „*Quercus*-Pollen“ (zu Indet. gestellt) haben gleichzeitig eine etwas abweichende Form, die an bestimmte *Ranunculaceae* erinnert. Sehr selten waren auch Weide (*Salix*), Esche (*Fraxinus*) und Ahorn (*Acer*). Die beiden beobachteten Pollenkörner von cf. *Carpinus* waren nicht so gut entwickelt, als daß eine einwandfreie Bestimmung glückte (Entwicklungsstörung der Antheren?). Beim cf. *Ostrya*-Pollen (Hopfenbuche) ist ebenfalls noch ein weiterer Vergleich mit anderen Belegpräparaten notwendig. Von Föhre (*Pinus*) und Tanne (*Abies*) wurde nur je ein Pollen gefunden. Fichte (*Picea*) und Hasel (*Corylus*) traten gleichfalls sporadisch auf.

3. Nicht bestimmbare Pollen³⁾

Der Anteil nicht bestimmbarer Pollen in Höhe von 25–27 % der registrierten Nichtbaumpollen erklärt sich aus dem starken Überwiegen von Nichtbaumpollen.

Einige der nicht einwandfrei bestimmbaren Pollen weisen Ähnlichkeiten auf mit *Urtica*, *Sambucus*, *Ligustrum*, *Helianthemum*, *Castanea*, *Caryophyllaceae*, *Rubiaceae*, *Frangula*, Wasserpflanzen (*Potamogeton*), *Viburnum*, *Cornus*, *Valeriana*, *Ribes*, *Rhamnus*, *Robinia* (?), *Clematis*, *Viola*, *Evonymus*, *Armeria*-Typ. Einzelne große, sehr auffallende Pollen konnten trotz einmaliger Ausformung nicht bestimmt werden. Sporen fehlten.

Trotz mancher Unsicherheiten gibt das Festgestellte wichtige Aufschlüsse über die Herkunft des Präparates:

1. Es kann sich keinesfalls um einfaches Einsammeln in größeren Mengen anfallender Pollen durch den Menschen handeln. Denn dann wäre vor allem mit Pollen von Nadelhölzern (Kiefer, Fichte) und Kätzchenblütlern (Hasel, Erle, Birke, Pappel usw.) zu rechnen. Überhaupt sind offenbar nicht männliche Blüten gesammelt und zum Stäuben gebracht worden, denn es fehlen die dazugehörigen Blütenteile (Staubbeutel).

2. Es kann sich vielmehr nur um von den Bienen selbst eingebrachte Pollen handeln. Das beweist das Überwiegen von Insektenblütlerpollen und die große Mannigfaltigkeit der Pollensorten. Zur Frage, wie das möglich ist, verdanken wir einem erfahrenen Imker den wichtigen Hinweis, daß neuerdings eine Art „Fußabstreifer“ erdacht worden ist, der die Bienen zwingt, vor dem Eingang in den Stock ihre „Höschen“ abzustreifen. Auf diese Weise sei es möglich, täglich einige Gramm Pollen zu sammeln.

Alles in allem können wir dem Hersteller des Präparats Apisflor bescheinigen, daß er tatsächlich von Bienen eingebrachte Pollen zahlreicher verschiedener Insektenblütler liefert. Wir hoffen ihm mit dieser Klarstellung nicht das Geschäft verdorben zu haben, denn nur erfahrene Imker werden diese Mühe des Pollensammelns auf sich nehmen.

³⁾ Eine weitergehende Bestimmung innerhalb dieser Gruppe und auch anderer Familien ist nur mit Hilfe des für Mitteleuropa nahezu vollständigen Pollenherbars im Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen (Prof. Dr. F. FIRBAS) möglich.

Wichtig scheint uns nunmehr, daß Mediziner die Wirksamkeit des Präparates prüfen; gibt es doch auch Pollen, welche bei allergisch veranlagten Menschen Heuschnupfen verursachen. Aber gerade die dafür hauptsächlich verantwortlich gemachten Wildgraspollen finden sich im Präparat kaum, weil Windblütler von Bienen nicht eingesammelt werden.

Nachschrift

Wir wollten vorstehende Arbeit nicht ohne Wissen des Herstellers von Apisflor zum Druck einreichen und haben ihm daher das Manuskript zur Kenntnis- und allfälligen Stellungnahme zugeleitet. Er hat darauf erfreulich positiv reagiert und uns zu folgenden ergänzenden Mitteilungen ermächtigt:

1. Der Pollen ist tatsächlich den Bienen durch „Abstreifer“, d. s. Bleche mit runden Löchern von 5 mm, abgenommen, welche vor das Flugloch gestellt werden, so daß die Bienen durchmüssen (französische Erfindung); die Ausbeute beträgt an guten Tagen über hundert Gramm je Volk und Tag.
2. Das schweizerische Vitamininstitut Basel (Vorsteher o. Univ. Prof. Dr. K. BERNHARD) hat im Apisflor 1960–61 folgende Vitamine festgestellt: A, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, E, Pantothensäure, Folsäure, Biotin, Inosit, Beta-Carotin (von einer Wiedergabe der im Prüfungsbefund angegebenen Mengen sehen wir ab).

Wir glauben demnach, daß das Präparat eine Prüfung durch Ärzte und Ernährungswissenschaftler verdient.

Literatur

- Buchner, P., Tiere als Mikrobenzüchter. Verständl. Wissenschaft. **75**. Berlin — Göttingen — Heidelberg 1960.
- Faegri, K., and J. Iversen, Text-book of modern pollen analysis. Kopenhagen 1950.
- Fitting, H., Die Beeinflussung der Orchideenblüte durch die Bestäubung und durch andere Umstände. Z. Bot. **1**, 1—86 (1909).
- , Weitere entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Orchideenblüten. Z. Bot. **2**, 225—266 (1910).
- v. Frisch, K., Aus dem Leben der Bienen. Verständl. Wissenschaft **1**, 2. Aufl. Berlin — Göttingen — Heidelberg 1959.
- Huber, B., Die Saftströme der Pflanzen. Verständl. Wissenschaft **58**. Berlin — Göttingen — Heidelberg 1956.
- , Die Gewinnung von Ahornzucker in Kanada. Allg. Forstztzschr. **15**, 291—292 (1960).
- Jung, J., Über die Resistenz des Kambiums heimischer Laub- und Nadelhölzer gegen Bakterien und Pilze. Naturwissenschaften **46**, 657 (1959).
- , Über jahreszeitliche Schwankungen des Antibiotikagehaltes in Cambium und Rinde. Naturwissenschaften **48**, 134 (1961).
- Koch, A., Die experimentelle Analyse der Bedeutung der Symbionten. Schweizerische Ztschr. f. allg. Pathol. u. Bakteriologie. **19**, 665—685 (1956).
- Lüttge, U., Über die Zusammensetzung des Nektars und den Mechanismus seiner Sekretion. I. Planta **56**, 189—212 (1961).

- Müller, E., Die Wirkung des Blütenstaubs. Österreichisches Kneipp-Blatt, März 1959.
- Virtanen, A. I., Unsere Düngungsmaßnahmen im Blickpunkt der modernen Ernährungsforschung. *Agrochimica* **1**, 289—304 (1957).
- , Ernährung und landwirtschaftliche Produktion. CEA (Confédération Européenne de l'Agriculture). Generalversammlung vom 12.—16. Aug. 1957 in Helsinki. S. 1—15.
- Wodehouse, R. P., Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine. New York and London 1935. Neudruck New York 1959.
- Ziegler, H., Untersuchungen über die Leitung und Sekretion der Assimilate. (Habilitationsschrift). *Planta* **47**, 447—500 (1956).
- Zimmermann, M. H., Movement of organic substances in trees. *Science* **133**, 73—79 (1961).
- Zoeberlein, G., Waldhonigtau als Insektennahrung. Verh. Dtsch. Ges. angew. Entomol. auf der dreizehnten Mitgliederversammlung 6.—8. 9. 1954 Berlin-Dahlem (1955).
- , Der Honigtau als Nahrung der Insekten. I. *Ztschr. angew. Entomol.* **38**, 369—416 (1956) u. **39**, 129—1667 (1956).
- Zwölfer, W., Die Waldbienenweide und ihre Nutzung als forstentomologisches Problem. Verh. Dtsch. Ges. angew. Entomol. (Frankfurt 1952). Berlin 1954.

Besprechungen aus der Literatur

Aellen, P., Die Amaranthaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der adventiven Arten. (Sonderdruck aus Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. III/2, 2. völlig neu bearb. Aufl., mit Ergänzungen). Carl Hanser, München 1961. S. 461—535, Fig. 200—248, Tafel 95. Preis kart. 20,—DM.

Ein Vergleich dieser Darstellung der Amaranthaceen mit den entsprechenden Angaben in dem vor reichlich 50 Jahren erschienenen Band 3 der „Flora von Mitteleuropa“ führt zu dem Ergebnis, daß hier in der Tat etwas völlig Neues geschaffen wurde. Nicht nur, daß die vorliegende Neubearbeitung den zwölffachen Umfang der damaligen Behandlung der Familie besitzt und die Zahl der Abbildungen von 2 auf 49 erhöht worden ist. Die von Aellen besorgte Bearbeitung steht vielmehr auf der Stufe einer kleinen Monographie der für Mitteleuropa bedeutsamen Arten der Gattungen *Amaranthus* (47 Arten), *Celosia*, *Digera*, *Achyranthes*, *Ptilotus*, *Tidestromia*, *Froelichia*, *Gomphrena*, *Iresine* und *Alternanthera*. Sie enthält alles Wissenswerte über diese teils als Adventivpflanzen, z. T. aber auch als Zierpflanzen (Fuchschwanz, Hahnenkamm) wichtigen Sippen, und zwar nicht nur in systematischer, sondern — im Einklang mit den Tendenzen der späteren Bände des „Hegi“ — auch in pflanzengeographischer, ökologischer, genetischer und angewandt-botanischer Hinsicht. Auch Arten, die in Mitteleuropa bisher nur ein einziges Mal als eingeschleppte Fremdpflanzen beobachtet wurden, sind berücksichtigt worden, so daß gerade für das anthropochore Element weitgehende Vollständigkeit erzielt werden konnte. Großer Wert wurde auch auf eine sorgsame Beschreibung der zahlreichen Bastarde sowie der gleichfalls in Vielzahl vorhandenen Formen und ähnlichen Sippen gelegt. Für neu beschriebene Taxa werden in einem Anhang lateinische Diagnosen gegeben. Die der Familie und der Gattung *Amaranthus* vorangestellten, bis 1959 reichenden Literaturverzeichnisse sind zu begrüßen. — Die von gründlichen Spezialkenntnissen des Verf. zeugende Schrift ist zweifellos bestens geeignet, namentlich allen Freunden der Adventivpflanzenwelt als Hilfsmittel für die Bestimmung zu dienen. Darüber hinaus werden viele Benutzer aus ihr die willkommene Anregung schöpfen, auch den nach und nach erscheinenden Neubearbeitungen anderer Pflanzengruppen im Rahmen der 2. Auflage der „Flora von Mitteleuropa“ Beachtung zu schenken.

J. Krause, Braunschweig

Blätter zur Berufskunde. Bd. 3: Berufe für Abiturienten. I J 4: Pflanzenarzt. Bertelsmann-Verlag, Bielefeld 1961. 20 S. Preis je nach Stückzahl 1,15—0,61 DM.

In dem von der Bundesanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung herausgegebenen verdienstvollen Sammelwerk „Blätter zur Berufskunde“ ist nun auch der Beruf des Phytopathologen erläutert. Die Bearbeitung hat K. V. Stolze übernommen, womit die Gewähr für die bestmögliche Darstellung der Verhältnisse gegeben ist. Geschildert werden: Entwicklung des Berufs, Aufgaben und Tätigkeitsmerkmale, Berufsverzweigungen und -einzündungen, Berufsneigung und -eignung, Ausbildungsgang, Studienpläne, Wirtschaftlich-soziale Verhältnisse, Literatur. Es ist sehr zu begrüßen, daß der Beruf des Pflanzenarztes, über den selbst in gebilde-

ten Kreisen völlige Unkenntnis, bestenfalls nur sehr nebelhafte Vorstellungen herrschen, in diese Reihe aufgenommen ist, und man sollte in Phytopathologenkreisen von der kleinen Schrift eifrig Gebrauch machen, um Nachwuchskräfte für diesen Beruf zu interessieren.

Hassebrauk, Braunschweig

Comparative Biochemistry of Photoreactive Systems. Edited by Mary Belle Allen. (Symposia on Comparative Biology of the Kaiser Foundation Research Institute. Vol. 1) New York and London: Academic Press 1960. 437 S. Preis: 12.00 \$.

An der Aufklärung der photochemischen Reaktionen in biologischen Systemen sind heute zahlreiche Gruppen aus den verschiedensten Forschungsrichtungen interessiert. Die einschlägigen Publikationen sind so zahlreich geworden und auf so viele Fachzeitschriften verstreut, daß es dem einzelnen Forscher kaum mehr möglich ist, sich einen Überblick über den neuesten Stand der Forschung auf diesem recht komplexen Gebiet zu verschaffen. Das mit Unterstützung der NATIONAL SCIENCE FOUNDATION vom KAISER FOUNDATION RESEARCH INSTITUTE in Richmond (Kalifornien) veranstaltete erste Symposium über „Vergleichende Biologie“ sollte dazu dienen, die mit der Aufklärung der Funktionsmechanismen der in lebenden Zellen wirksamen photoreaktiven Systeme beschäftigten Forscher zu fruchtbarer Diskussion zusammenzuführen. An diesem Symposium nahmen 28 Wissenschaftler aus den USA, 3 aus England, 2 aus Kanada und ein Wissenschaftler aus Irland teil. Die jetzt in einem gut ausgestatteten Band gedruckt vorliegenden 26 Vorträge enthalten nicht nur die neuesten Resultate der einzelnen Spezialarbeiten, sondern stellen größere Übersichtsreferate über die von den verschiedenen Experimentatoren und Forschungsgruppen in den letzten Jahren erzielten Ergebnisse dar. In den sich den Referaten anschließenden Diskussionen ist versucht worden, Querverbindungen zwischen den vielfach isoliert stehenden Einzelergebnissen herzustellen. Die mitgedruckten Diskussionsbemerkungen tragen zum besseren Verständnis der einzelnen Referate bei. Bei der großen Anzahl der Vortragsthemen ist es im Rahmen dieser Rezension nicht möglich, auf den Inhalt der Referate und auf den Gegenstand der Diskussionen im einzelnen einzugehen. Die kurze Beschreibung der Themen soll den Leser mit dem breiten „Spektrum“ dieses Bandes vertraut machen, um ihm Hinweise auf die ihn besonders interessierenden Teilgebiete zu geben.

Der vorliegende Band zeigt deutlich, daß die Plastidenpigmente und die von ihnen bewerkstelligten photochemischen Reaktionen auch bei diesem Symposium das größte Interesse beansprucht hatten. Nur wenige Referate sind den bei der Phototaxis beteiligten Pigmenten (S. Bendix), den photoperiodische Reaktionen beeinflussenden Systemen (S. B. Hendricks) und den lichtempfindlichen Reaktionsmechanismen bei See-Igeln (N. Millot) und See-Anemonen (W. J. North) gewidmet. D. L. Fox gibt einen Überblick über die Verbreitung von Pigmenten „pflanzlichen Ursprungs“ (Flavine, Chinone, Carotinoide) im Tierreich. Mit dem Vorkommen und der Verteilung der Pterin-Pigmente — insbesondere der nichtkonjugierten Pteridine — in Bakterien, Pilzen, Algen und höheren Pflanzen befaßt sich F. T. Wolf, wobei die immer noch umstrittene Frage ihrer Lokalisation in den Chloroplasten eingehend diskutiert wird.

Die Photosynthese-Pigmente, ihre Biogenese und die von ihnen beeinflussten Reaktionsmechanismen werden unter verschiedenartigen Gesichts-

punkten behandelt. Die Erforschung der aus Fossilien bekannten Porphyrine und Polyene ermöglicht heute gewisse Rückschlüsse auf das Schicksal der Chlorophylle und Carotinoide bei Sedimentierungsvorgängen (J. R. Valentyn e). In der Verteilung der Chlorophylle, Carotinoide und Phycobiline bei den rezenten Protistengruppen sehen E. C. Dougherty und M. B. Allen taxonomisch gut verwertbare Merkmale, die auch bei phylogenetischen Betrachtungen mehr als bisher berücksichtigt werden sollten. Besondere Darstellungen werden den beiden in *Chlorobium*-Bakterien beobachteten Chlorophyll-Komponenten (R. Y. Stanier), den nativen und extrahierbaren Formen von Chlorophyll in verschiedenen Algengruppen (M. B. Allen, C. S. French u. J. S. Brown) sowie den Algen-Carotinoiden (T. W. Goodwin) gewidmet. A. S. Holt und H. V. Morley berichten über neuere Studien auf dem Gebiet der Chlorophyll-Chemie; der Beitrag von C. Ó hEochá vermittelt einen Überblick über die Strukturauklärung der Phycobiline und ihrer Proteinkomplexe. Eingehend wird die Biosynthese des Protochlorophylls (L. Bogorad), die Transformation des Protochlorophylls (J. H. C. Smith) und die Biosynthese der Carotinoide behandelt (G. Mackinney u. C. O. Chicester). In dem Beitrag von J. M. Anderson, U. Blass und M. Calvin wird zu dem in den letzten Jahren wieder aktuell gewordenen Problem Stellung genommen, ob eine direkte Umwandlung der beiden Chlorophyllkomponenten sowie der verschiedenen Carotinoide bei der Biogenese oder im Verlauf der Photosynthese nachgewiesen werden kann.

In weiteren Referaten wird die Beteiligung des Chlorophylls als direkter Reaktionspartner im Photosyntheseprozess (W. Vishniac) sowie die Funktion von Hämatinverbindungen bei der Biogenese der Magnesiumporphyrine und bei der photochemischen CO₂-Reduktion diskutiert (M. D. Kamen). Über die aus den Wirkungsspektren der Photosynthese ermittelte Funktion der Begleitfarbstoffe des Chlorophylls (Carotinoide und Phycobiline) bei diesem Prozess berichtet F. T. Haxo. Die mannigfachen Adaptationsphänomene der Grün-, Braun- und Rotalgen an die Intensität und Farbe des Anzuchtlichtes sowie die beim photosynthetischen Gaswechsel beobachteten „chromatischen Übergangserscheinungen“ behandelt L. R. Blinks. In einer sehr knappen Darstellung beschreiben C. S. French, J. Myers und G. C. McLeod eine von ihnen entwickelte Apparatur, die eine automatische Registrierung des Wirkungsspektrums der Photosynthese an Algensuspensionen gestattet. Die quantitativen Beziehungen zwischen den Fluoreszenzerscheinungen des Chlorophylls und der Photosynthese versucht G. Weber in mathematischen Formulierungen auszudrücken. Eine vergleichende Betrachtung widmet J. J. Wolken den bisher genauer untersuchten pflanzlichen und tierischen Photorezeptoren, wobei die Beziehungen zwischen ihrer Feinstruktur und den physikalisch-chemischen Eigenschaften ihrer Pigmentkomplexe aufgezeigt werden.

Der Band ist sehr gut ausgestattet. Die einzelnen Beiträge sind mit zahlreichen graphischen Darstellungen und Tabellen versehen. Am Schluß aller Beiträge ist ein meist sehr detailliertes Literaturverzeichnis abgedruckt. Für den Experimentator wie für den Theoretiker, der sich mit einem Teilgebiet dieses heterogenen Fragenkomplexes befaßt, ist dieser Band ein unentbehrliches Orientierungs- und Nachschlagewerk. Die Themen dieses Symposiums mögen auch dazu dienen, dem Biologen wie dem Chemiker und Physiker die große Mannigfaltigkeit der photoreaktiven Systeme in lebenden Organismen aufzuzeigen.

K. Egle, Frankfurt

Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik. Methodenbuch Bd. 10, Jacob, A., H. Rüther u. W. U. Behrens: Der Feldversuch und seine Technik. Herausg. R. Herrmann. Neumann-Verlag, Radebeul u. Berlin 1961. 270 S. Ganzln. 28,— DM. (Vertrieb J. Neumann-Neudamm, Melsungen.)

Der 10. Band der vom Verband Deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten herausgegebenen Methodenbücher, der speziell den Feldversuch behandelt, liegt vor. Es ist nicht leicht, eine Beurteilung dieses durchaus nicht einheitlichen Werkes zu geben. Der Versuch, einen „Feldversuch“ zu schreiben, ist in den letzten Jahren mehrfach mit unterschiedlichen Erfolg unternommen worden. Der Vielschichtigkeit der Materie wurde in dem vorliegenden Buch durch die getrennte Bearbeitung einzelner Abschnitte durch verschiedene Autoren Rechnung getragen.

Die ersten fünf Abschnitte (I—V) stellen vielfach einen recht guten geschichtlichen Ablauf der Entwicklung der Versuchsmethodik dar, lassen aber letztlich die für einen Versuchsansteller notwendigen ganz klaren Anweisungen und Hinweise in der gewählten Betrachtungsart untergehen.

Die im 6. Abschnitt von W. U. Behrens dargestellten mathematischen Grundlagen und Verfahren der Auswertung von Versuchsergebnissen sind erfreulich klar und anschaulich. Hier wünschte man sich nur eine separate, etwas ausführlichere Abhandlung.

Geidel, Braunschweig

Schmidt, W., Anlage und statistische Auswertung von Untersuchungen. Verlag M. & H. Schaper, Hannover 1961. 268 S., 24 Textzeichnungen. Gbd. 24,— DM.

Mit diesem „Leitfaden“, wie der Verfasser sein Buch im Vorwort bezeichnet, liegt nun auch in deutscher Sprache ein „Rezeptbuch“ der Anwendung statistischer Verfahren in den angewandten Wissenschaften vor. Das Buch ist für Biologen, Mediziner, Psychologen und Volkswirte gedacht. Auf knappstem Raum wird versucht, die wichtigsten und heute gebräuchlichsten Methoden der statistischen Auswertung von Versuchen darzustellen, ohne auf ihre mathematische Begründung einzugehen. Der Anwendungsbereich der einzelnen Verfahren wird in Form auch für den Nichtfachmann leicht faßlicher Beispiele aus verschiedenen Wissensbereichen aufgezeigt. Hierbei wird neben der Vielfalt der technischen Möglichkeiten das „now how“ für den Praktiker nicht vergessen. Die Beschreibung fehlerhafter Anwendung der Statistik ermöglicht auch dem in der Mathematik Lücken aufweisenden Leser, den im Bestreben nach möglicher Vollständigkeit zuweilen knapp gefaßten Text zu verstehen.

Die Inhaltsübersicht: 1. Vergleich zweier Stichproben mittels Zeichentests und X-Tests, 2. Mittelwert und Streuung, Möglichkeiten der Ablesung aus graphischen Darstellungen, 3. Die Variationsbreite, Varianz und Standardabweichung, 4. Die Verlässlichkeit (Signifikanz) von Gruppenunterschieden. Der t-Test, der F-Test, 5. Die Erfassung der Variationsursachen (Varianzanalyse), 6. Korrelation und Regression, 7. Planung von Erhebungen und Reihenuntersuchungen, 8. Die Häufigkeitsanalyse (χ^2 -Test) und die Diskriminanzanalyse (Unterscheidungsanalyse), Zusammenfassung (Kleines Praktikum der Anwendung der Methoden), vermittelt nicht nur einen Eindruck der Vollständigkeit, um die sich der Verfasser bemüht hat, sondern auch der klaren, didaktisch sehr guten Gliederung.

Vielleicht hätte die Einleitung im Hinblick darauf, daß der Verfasser das Buch auch für den Studierenden empfiehlt, die Statistik aber noch immer ein

Schattendasein in der Lehre führt, etwas über die elementaren mathematischen Grundlagen der Statistik enthalten können.

Die vollständige und knappe Darstellung der für das experimentelle Arbeiten heute unerläßlichen Be- und Auswertungsmethoden, bereichert durch einen wertvollen tabellarischen Anhang, einen übersichtlichen Schrifttumsnachweis und ein besonders zu begrüßendes Fachwortverzeichnis, macht das Buch zu einem empfehlenswerten, wertvollen Helfer für den „Angewandten Botaniker“.

M. Thielebein, Braunschweig

Sortenratgeber. Gräser und Kleearten. Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft für landwirtschaftliches Sortenversuchswesen. DLG-Verlag, Frankfurt a. M. 1961. 76 S. Brosch. 6,20 DM.

Der Sortenratgeber enthält alle Gräser und Kleearten und deren Sorten, die in die Sortenschutzrolle oder in das besondere Sortenverzeichnis des Bundessortenamtes eingetragen sind.

Im Textteil folgen auf eine kurze Beschreibung der morphologischen und ökologischen Eigenheiten der jeweiligen Art Angaben über Abstammung, Wuchsform, Entwicklung und wirtschaftliche Merkmale der Sorten. In Tabellen sind sämtliche Sortenmerkmale, die für die einzelne Sorte in bestimmten Entwicklungsstadien charakteristisch sind, noch einmal zusammengefaßt. Für die Kleearten ist je eine Übersicht über den Zeitpunkt des Blühbeginns und das Blatt-Stängel-Verhältnis beim ersten Schnitt angefügt. Ein Verzeichnis der Züchter rundet die kleine Schrift ab. Zusammen mit den schon erschienenen Sortenratgebern für Kartoffeln und Getreide ist diese Beschreibung ein unentbehrliches Hilfsmittel für Praxis und angewandte Forschung. Ihr Erscheinen hilft einem lange empfundenen Mangel ab.

K. Baumer, Göttingen

Thommen, E., Taschenatlas der Schweizer Flora. 3. Auflage. Birkhäuser Verlag, Basel 1961. Über 3000 Schwarzweißfiguren, 303 S. Gebunden, Ganzleinen 14,50 sFr./DM.

Die dritte Auflage dieses Taschenatlases der Schweizer Flora ist von A. Becherer bearbeitet worden. A. Becherer hat auch die 9. Auflage der „Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz“ von A. Binz bearbeitet. Die Änderungen in der neuen Auflage hatten daher teilweise das Ziel, in der Nomenklatur (namentlich auch bei den deutschen Namen) für die beiden Bücher Übereinstimmung anzustreben. Außerdem wurden Angaben für die Verbreitung von Arten überarbeitet.

Bearbeiter und Herausgeber hatten die Absicht, mit dem Atlas ein Werk zu schaffen, das neben und mit den Bestimmungsbüchern über die Schweizer Flora benutzt werden kann. Hierzu ist das Buch sehr gut geeignet. Über 3000 Arten und subspezifische Einheiten sind durch Abbildungen (schwarz-weiße Zeichnungen) dargestellt worden, die im allgemeinen einen guten Eindruck vom Habitus der Pflanzen geben. Günstig ist die zusätzliche Angabe der Blütenfarbe. Infolge des Artenreichtums der Schweizer Flora und ihrer pflanzengeographischen Stellung kann das Buch auch in den Nachbargebieten benutzt werden. Das Format des Buches erleichtert seine Benutzung bereits während der Exkursionen.

R. Knapp, Gießen

Hinweis: In der Rundbriefreihe „Topinamburpost“, die von G. A. Küppers-Sonnenberg (Müden/Ortze) herausgegeben wird, ist als Heft 2/3 eine Sondernummer über „Bayerns Anteil an der Topinamburentwicklung seit 1900“ erschienen, die 24 Seiten umfaßt.

Personalnachrichten

Unserem Mitglied Professor Dr. Walther Gleisberg, Wellinghusen bei Hamburg, wurde das Große Bundesverdienstkreuz verliehen.

Unser Mitglied Professor Dr. Walther Hoffmann, Berlin-Dahlem, wurde für das Amtsjahr 1961/62 zum Dekan der Fakultät für Landbau der Technischen Universität Berlin wiedergewählt.

Unser 1. Vorsitzender, Prof. Dr. Bruno Huber, München, ist durch die Römisch-Germanische Kommission in Anerkennung seiner jahrring-chronologischen Untersuchungen zum Korrespondierenden Mitglied des Deutschen Archäologischen Instituts gewählt worden.

Unser Mitglied Professor Dr. Hermann Kuckuck, Hannover-Herrenhausen, wurde für das Amtsjahr 1961/62 zum Dekan der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule Hannover gewählt.

Unser Mitglied Professor Dr. Walter Mevius, Hamburg, wurde nach erfolgter Emeritierung mit der vertretungsweisen Wahrnehmung seines Ordinariats und der Leitung des Staatsinstituts für Allgemeine Botanik und Botanischen Gartens bis zur Wiederbesetzung des Lehrstuhls beauftragt.

Unser Mitglied Dr. Emil Niemann, Kiel-Kitzeberg, hat für drei Jahre die Leitung der Abteilung Mittelprüfung und Versuchswesen in der Zentralstelle für Pflanzenschutz in Teheran übernommen.

Unser Mitglied Dr. Gerhard Röbbelen, Göttingen, hat sich an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen für das Fach Angewandte Genetik und Pflanzenzüchtung habilitiert.

Unser Mitglied Oberlandwirtschaftsrat Dr. K. Scheibe, Hannover, ist zum Landwirtschaftsdirektor ernannt worden.

Unser Mitglied Oberlandwirtschaftsrat Dr. Gustav Schumacher, Bad Godesberg, wird in den nächsten zwei Jahren den Pflanzenschutzdienst in Jordanien in Zusammenarbeit mit einheimischen Fachleuten neu aufbauen und erweitern.

Unserem Ehrenmitglied Oberregierungsrat a. D. Dr. Carl Stapp, Braunschweig, wurde von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen die Würde eines Doktors der Landwirtschaft ehrenhalber verliehen. Außerdem hat ihn die Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft zum Ehrenmitglied ernannt.

Unser Mitglied Dr. Martin Thielebein, Braunschweig-Völkenrode, ist zum Honorarprofessor der Technischen Hochschule Hannover ernannt worden.

Aus der Mitgliederbewegung

Todesfall

Von unseren Ehrenmitgliedern haben wir durch den Tod verloren: Frau Professor Dr. Dr. Dr. h. c. Johanna Westerdijk, Baarn (Niederlande) am 15. November 1961, im 79. Lebensjahr.

Neue Mitglieder

Liese, Dr. Walter, Privatdozent, Forstbotanisches Institut der Bayer. Forstlichen Forschungsanstalt, (13 b) München 13, Amalienstr. 52.

Samenprüfstelle der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe,
(21 a) Münster (Westf.), Von-Esmarch-Str. 12.

Anschriftenänderungen

Gehring, Dr. Friedrich, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Fischverarbeitung, (24 a) Hamburg-Altona, Palmaille 9.

Jørstad, Dr. Ivar, Statsmykolog, Statens Plantevern, Botanisk Avdeling, Vollebekk (Norwegen).

Lein, Dr. Martin, Diplomlandwirt, (24 b) Oldenburg (Holstein), Carl-Maria-von-Weber-Str. 18.

Niemann, Dr. Emil c/o. German Embassy, P. O. B. 48, Teheran (Iran).

Rudolf, Dr. Wilhelm, em. ord. Professor, (13 b) Hersching (Ammersee), Schönbühlstr. 65.

Sachregister

(Buchreferate sind mit einem * gekennzeichnet)

- | | |
|---|---|
| <p> Abbottsche Formel 61
 Abwasserbiologie 216*
 Ackerunkräuter, Wurzeln 162*
 Actidion 24 ff
 Äpfel Früchte, Stippigkeit 259
 Ätherische Öle 72*, 73*, 127*
 Äthylurethan 184
 Allylsenöl 27
 Amaranthaceen 272*
 Amazonenstrom 118*
 Angewandte Botanik 173
 Apisflor 263 ff
 Arachinsäure 261
 Atmung 121*
 Aureobasidium pullulans 97

 Beleuchtung 82
 Bestäubung, Rotklee 176
 Bienenbefruchtung 176
 Biologische Schädlingsbekämpfung 122*
 Blattdüngung 191 ff
 Blütenhonig 264
 Boden u. Wald 117*

 Caprinsäure 261
 Captan 27
 Chile 118*
 Chlorbenzilat 151
 Coniophora cerebella 135
 Coniophora puteana 135
 Coriolus versicolor 142
 Cyperaceen 119*

 2,4D 2
 DDT 147
 Deciquam 27
 Dematium pullulans 97
 Demeton-o-methyl 151
 Diazinon 151
 Dieldrin 151

 Esche 109

 Fachausdrücke 217*
 Feldversuchstechnik 275*
 Fettsäuren i. Äpfeln 261 </p> | <p> Flammenphotometrie 73*
 Flora d. Schweiz 276*
 Forstsaatgut 107
 Fossile Wandstrukturen 125*
 Fraxinus excelsior 109
 Frischwasserbiologie 216*
 Fusarium moniliforme 221

 Geobotanik 77*
 Gewächshaus, Isolierzellen 176
 Gibberella fujikoroii 221
 Gibberelline 221 ff
 —, chemische Eigenschaften 222
 —, Anwendungsmöglichkeiten 241
 —, Behandlungsmethoden 224
 —, Ersatz d. Kältewirkung 229
 —, Ersatz d. Lichtwirkung 229, 231
 —, Ersatz d. Vernalisation 234
 —, Nachwirkung 230
 —, u. Blattwachstum 232
 —, u. Blütenentwicklung 234
 —, u. Fruchtentwicklung 235
 —, u. gegenseitige Beeinflussung d. Pflanzen 240
 —, u. Lichtkeimer 229
 —, u. Malzherstellung 229
 —, u. Samenkeimung 229
 —, unterschiedliche Wirkung bei verschiedenen Objekten 226
 —, Wirkung i. Abhängigkeit von Feuchtigkeit 240
 —, in Abhängigkeit v. Licht 240
 —, in Abhängigkeit von Salzkonzentration 240
 —, in Abhängigkeit v. Temperatur 239
 —, Wirkung auf Gymnospermen und Kryptogamen 237
 —, Wirkung auf tierische Organismen 238
 —, Wirkung auf Wachstum u. Entwicklung d. Sprosse 230
 —, Wirkung auf Wurzelwachstum 233
 Glutaminsäure 48
 Glycol 184 </p> |
|---|---|

- Gräserarten 276*
- Grastypus, Mais 187
- Hedonal 2
- Henderson u. Tilton-Formel 64
- Histogenese 160*
- Honig 263
- Honigtau 264
- Hostatox 151
- HQL (Lampen) 84
- Insektizide, pflanzenphysiol. Wirkung 146 ff
- Isolan 148, 151
- Isolierzellen, Gewächshaus 176
- Jochalgen 216*
- Juncaceen 119*
- Kaffee 76*
- Kaliumaufnahme, Blatt 197
- Kartoffel, Inhaltsstoffe nach Wuchsstoffbehandlung 10
- Kartoffel u. Wuchsstoffanwendung 1 ff
- Keimfähigkeit, Forstsaatgut 107
- Kiefernholz, Verblauen 94
- Kleesorten 276*
- Kleinkörnigkeit, Mais 187
- Klima, bodennah 215*
- Konjugaten 216*
- Kulturpflanzen, Blattdüngung 191
- , Wurzeln 162*
- Kunstlicht 83, 164*
- Laurinsäure 261
- Lentinus lepideus 140
- Lentinus squamosus 140
- Lenzites abietina 141
- Lenzites trabea 141
- Lindan 147
- Linolsäure 261
- Linolensäure 261
- Luteuspflanzen, Mais 187
- M 52 2
- Mais, Mutationen 184
- Malathion 151
- MCPA 2
- Melilotus albus 181
- Merulius lacrimans 134, 136
- Merulius silvester 134, 136
- Mikroklimatologie 215*
- Morphologie 158*
- Mutanten, Mais 184
- Mykorrhiza 75*
- Mykotrophie 74*
- Myristinsäure 261
- Nährstoffaufnahme, Blatt 198 ff
- Nematoden 163*
- Nutzpflanzen, Tropen u. Subtropen 76*, 159*
- Ölsäure 261
- Palmitinsäure 261
- Panaschierung, Mais 187
- Papierchromatographie 163*
- Parathion 147
- Paxillus panuoides 138
- Peru 118*
- Pflanzenanatomie 125*, 126*, 160*
- Pflanzenanzucht 81, 164*
- Pflanzenbau 120*
- Pflanzenkrankheiten 122*
- Pflanzenkultur 81, 164*
- Pflanzenleben 165*
- Pflanzenphysiologie 121*
- Pflanzenschutzliche Versuche 61 ff
- Phenkapton 147
- Phosphoraufnahme, Blatt 196
- Photoreaktive Systeme 273*
- Phytopathologenberuf 272*
- Pilze, holzerstörende 131
- Pinus sylvestris, Verblauen 94
- Pollenanalyse 165
- Polystictus versicolor 142
- Poria vaillantii 134, 139
- Poria vaporaria 134, 138
- Pullularia pullulans 94
- Riesenwuchs, Mais 187
- Robinie 114
- Röntgenbestrahlung, Mais 184
- Rollblätter, Mais 187
- Rotkleezüchtung 176
- Saatgutprüfung, Forst 107
- Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus 24 ff
- Salicylsäure 27
- Samenernte, Steinklee 181
- Samenprüfung 120*
- Schizophyceen 126*
- Schlitzblätter, Mais 187
- Schneider-Formel 63
- Schnittprobe, Forstsaatgut 107
- Schweizer Flora 276*
- Sekuron TM 2

- Sevin 151
Sorbinsäure 46
Sortenratgeber 276*
Sporulation b. Weinhefe 29
Spurenelementaufnahme, Blatt 198
Standortslehre 77*
Statistische Auswertung 61, 275*
Stearinsäure 261
Steinklee 181
Steppen 167*
Sterilität, Mais 187
Stickstoffaufnahme, Blatt 195
Stickstoffaufnahme, Weinhefe 46
Stippigkeit, Äpfel Früchte 259
Sun u. Shepard-Formel 64

2, 4, 5-T 2
Tasselseed, Mais 187
Technik i. Pflanzenschutz 122*
Tetrazolium 111
Thiodan 151
Tigerblätter, Mais 187
Toxaphen 151

Trichlorphon 151
Trockenstarre, Pilze 131

Verblauen, Kiefernholz 94
Verzweigung, Mais 187
Viren 128*

Wabenhonig 265
Wald u. Boden 117*
Waldhonig 264
Wasser, Boden u. Ertrag 165*
Weinhefe 24 ff
Weltwirtschaftspflanzen 76*
Wachstoffsanwendung, Kartoffelbau
1 ff
Wüste 215*
Wurzelanomalien, Mais 187
Wurzelatlas 162*

Zebrablätter, Mais 187
Zellvermehrung, Hefe 32
Zellwand 125*
Zick-zack-Stamm, Mais 187

Mitgliederverzeichnis

der

Vereinigung für angewandte Botanik Berlin-Dahlem

(Stand 15. April 1961)

Ehrenmitglieder

- Güssow, Dr. Hans, "LIN-AM-LEE", 2605 Killarney Road, Victoria B.C. (Canada).
Stapp, Dr. Carl, Oberregierungsrat a.D., (20b) Braunschweig, Magnitorwall 5.
v. Tschermak-Seysenegg, Dr. phil. Dr. h.c. Dr. rer. pol., agr., rer. techn. h.c. Erich, Professor, Hofrat, Wien XIX, Hardtgasse 29 (Österreich).

Korrespondierende Mitglieder

- Gäumann, Dr. phil. Dr. pharm., agr., ès. sc. h.c. Ernst, o. Professor, Direktor des Instituts für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich 6, Universitätsstr. 2 (Schweiz).
Westerdijk, Dr. Dr. agr. h.c. Johanna, Professor, Baarn, Javalaan 20 (Niederlande).

Ordentliche Mitglieder

- Aichinger, Dr. Erwin, Professor, Direktor des Instituts für Angewandte Pflanzensoziologie, Klagenfurt (Kärnten), Schloß Sandhof (Österreich).
Åkerberg, Erik, Professor, Sveriges Utsädesförening, Svalöf (Schweden).
Alleweldt, Dr. G., Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, (22b) Siebeldingen über Landau (Pfalz).
Älten, Dr. Fritz, Professor, Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke, (20a) Hannover, Prinzenstr. 15/16.
Amberger, Dr. Anton, Dozent am Agrikulturchemischen Institut der Technischen Hochschule München, (13b) Freising-Weihenstephan (Obb.).
Arens, Dr. Federico, (22c) Bonn, Händelstr. 20.
Arenz, Dr., Oberregierungsrat an der Bayer. Landessaatzuchtanstalt, (13b) Freising-Weihenstephan (Obb.).
Arnold, Dr. August, ao. Professor, Direktor des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule, (14a) Stuttgart O, Cannstatter Str. 212.
Arnold, Dr. Carl-Gerold, Wissenschaftl. Assistent am Botanischen Institut, (13a) Erlangen, Schloßgarten 4.
Aufhammer, Dr. Gustav, o. Professor, Direktor des Instituts für Acker-, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau an der Technischen Hochschule München, (13b) Freising-Weihenstephan (Obb.).

- Badische Anilin- und Soda-Fabrik** — Landwirtschaftliche Versuchsstation —, (22b) Limburgerhof (Pfalz).
- Bärner**, Dr. Johannes, Regierungsrat, Leiter der Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Baeumer**, Dr. Kord, Wissenschaftl. Assistent am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (20b) Göttingen, Nikolausbergerweg 9.
- Bartels**, Dr. Ruprecht, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Virusserologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Baumann**, Dr. Louis, 4 Selkirk Drive, Southwood, Calgary/Alberta (Canada).
- Baumeister**, Dr. Walter, Professor, Kustos am Botanischen Institut der Universität, (21a) Münster (Westf.), Schloßgarten 3.
- Bavendamm**, Dr. Werner, apl. Professor an der Universität Hamburg, Leiter der Abteilung Holzpathologie und Holzschutz des Instituts für Biologie des Holzes der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Landwirtschaft, (24a) Reinbek (Bez. Hamburg), Schloß.
- Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz**, (13b) München 23, Königinstr. 36.
- Benary**, Ernst, Samenzucht G.m.b.H., (20b) Hann. Münden, Gimterstraße 4.
- Beran**, Dr. Ferdinand, Hofrat, Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien II/27, Trunnerstr. 5 (Österreich).
- Bercks**, Dr. Rudolf, Oberregierungsrat, Leiter des Instituts für Virusserologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Berge**, Dr. Helmut, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Agrikulturchemie, Bodenkunde, industrielle Immissionen, Bergschäden allg. Art und Grundwasserschäden, Agrikulturchemisches Institut, (22a) Heiligenhaus (Bez. Düsseldorf), Am Vogelsang 14.
- Berger-Landefeldt**, Dr. Ullrich, Professor, Direktor des Instituts für Angewandte Botanik der Fakultät für Landbau der Technischen Universität, (1) Berlin-Steglitz, Rothenburgstr. 12.
- Beye**, Dr. Frank, Mitarbeiter der Geigy A.-G., Basel, z. Z. Pharmakognostisches Institut der Universität, (17b) Freiburg (Br.), Schänzlestr. 9.
- Bielert**, Dr. Richard, (20b) Göttingen, Am Goldgraben 21.
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft**, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft**, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft** — Institut für Rebenkrankheiten —, (22b) Bernkastel-Kues (Mosel), Brüningstr. 84.
- Bjerg-Jensen**, I. C., Großkaufmann, Firma „Dansk Plantevaern“, Pflanzenschutzmittel en gros, Kopenhagen V, Kastanievej 5 (Dänemark).
- Bockmann**, Dr. Hans, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (24b) Kiel-Kitzberg, Schloßkoppelweg 8.

- Bode, Dr. Otto, Oberregierungsrat, Leiter des Instituts für landwirtschaftl. Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Böhm, Dr. agr. h. c. Friedrich, Kartoffelzüchter, (20 a) Munster-Lager (Hann.), Großer Kamp 14.
- Böhm II, Georg, Kartoffelzüchter, (16) Groß-Bieberau (Odenwald).
- Böhm, Heinrich, Kartoffelzüchter, (16) Kohlbacher Hof, Post Brensbach (Odenwald).
- Chemische Fabrik C. H. Boehringer Sohn, Wissenschaftl. Abteilung, Pflanzenschutzlabor, (22 b) Ingelheim (Rhein).
- Boeker, Dr. Peter, Dozent, Institut für Pflanzenbau der Universität, (22 c) Bonn, Katzenburgweg 5.
- Boekholt, Dr. Karl, em. ord. Professor an der Universität Kiel, (24 b) Eutin (Holstein), Lübecker Landstr. 25.
- Böning, Dr. Karl, Professor, Oberregierungsrat, Leiter der Abteilung Pflanzenschutz der Bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, (13 b) München 23, Königinstr. 36.
- Börger, Dr. Hermann, (24 b) Gut Behl b. Plön (Holstein), Postfach 53.
- Börner, Dr. Horst, Wissenschaftl. Assistent am Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftl. Hochschule Stuttgart-Hohenheim, (14 a) Sielmingen (Kr. Eßlingen), Wagnerstr. 3.
- Bogen, Dr. Hans Joachim, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts und des Botanischen Gartens der Technischen Hochschule, (20 b) Braunschweig, Humboldtstr. 1.
- v. Boguslawski, Dr. Eduard, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Ludwigstr. 23.
- Bolle, Dr. Friedrich, Leiter der Laboratorien am Pflanzenschutzamt, (24 b) Kiel, Westring 383.
- Bommer, Dr. Dieter, Diplomlandwirt, Wissenschaftl. Assistent am Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Ludwigstr. 23.
- Bonrath, Dr. Wilhelm, (22 c) Leverkusen, Lortzingstr. 36.
- Gebr. Borchers A.-G., (20 b) Goslar, Postfach 72.
- Botanischer Garten und Museum, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6/8.
- Botanisches Institut der Universität, (16) Marburg (Lahn), Pilgrimstein 4.
- Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität, (21 a) Münster (Westf.), Schloßgarten 3.
- Brandenburg, Dr. Ernst, Professor, Direktor des Instituts für Phytopathologie der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Ludwigstr. 23.
- Braun, Dr. Hans, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität, (22 c) Bonn, Nußallee 9.
- Breustedt, Eberhard, Saatzuchtleiter, Geschäftsführer der Saatzuchtwirtschaft Otto Breustedt G.m.b.H., (20 b) Schladen a. Harz (Kr. Goslar).
- Brouwer, Dr. h. c. Walther, oö. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Landwirtschaftl. Hochschule, zugleich Landessaatzuchtanstalt, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Brückbauer, Dr. Hans, Studienrat, Forschungsinstitut für Reblausbekämpfung und Wiederaufbau an der Landes-Lehr- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau, (22 b) Neustadt (Weinstraße), Maximilianstr. 43/45.

IV Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik

- Buchloh, Dr. Günther, Privatdozent, Institut für Systematische Botanik der Universität, (17 a) Heidelberg, Hofmeisterweg 4.
- Bucksteeg, Dr. Wilhelm, Chemisches und biologisches Laboratorium des Ruhrverbandes, (22 a) Essen, Kronprinzenstr. 37.
- Büchting, Dr. Carl-Ernst, (20 b) Einbeck (Hann.).
- Büchting, Karl, (20 b) Einbeck (Hann.), Haus am Knickebrink.
- Bünning, Dr. Erwin, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts und Botanischen Gartens der Universität, (14 b) Tübingen, Wilhelmstraße 5.
- Bünsow, Dr. Robert, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, (20 b) Göttingen, Untere Karspüle 2.
- Buhl, Dr. Claus, Oberregierungsrat, Leiter des Instituts für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (24 b) Kiel-Kitzeberg, Schloßkoppelweg 8.
- Bundesanstalt für Tabakforschung, (17 a) Forchheim b. Karlsruhe (Baden).
- Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, Javaaan 20 (Niederlande).
- Christiansen-Weniger, Dr. Friedrich, Professor, (24 b) Eckernförde-Borby, Bergstr. 15.
- Czaja, Dr. Alphons Theodor, Wissenschaftl. Rat a. D., Professor, Direktor des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule, (22 c) Aachen.
- Dame, Dr. Felix, Landwirtschaftsrat, Leiter der Außenstelle Herford des Pflanzenschutzamtes Münster, (21 a) Herford (Westf.), Ravensberger Str. 6.
- Degesch — Deutsche Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung mbH — (16) Frankfurt (Main), Neue Mainzer Str. 20.
- v. Denffer, Dr. Dietrich, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts und Gartens der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Senckenbergstr. 17/21.
- Dettweiler, Dr. Christian, (14 a) Stuttgart-Degerloch, Erlenweg 14.
- Deutschmann, Dr. Fritz, Wissenschaftl. Angestellter am Staatsinstitut für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Döpp, Dr. Walter, Professor, (16) Marburg (Lahn), Hans-Sachs-Str. 9.
- Döpp-Woesler, Dr. Aenne, Dozentin am Pädagogischen Institut Darmstadt, (16) Jugenheim b. Darmstadt.
- Drawert, Dr. Horst, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts der Universität, (16) Marburg (Lahn), Pilgrimstein 4.
- Drosihn, Dr. Joachimhans, i. Fa. Testa — Internationale Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung m.b.H. —, (24 a) Hamburg 1, Meßberghof.
- Egle, Dr. Karl, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts der Universität, (16) Frankfurt (Main), Siesmayerstr. 70.
- Esche, Carl, Saatgutzüchter, Geschäftsführer der Gebr. Dippe Saatzucht G.m.b.H., (21 a) Herford, Zimmerstr. 3.
- Esdorn, Dr. Ilse, apl. Professor, Staatsinstitut für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule — Bibliothek —, (20 a) Hannover-Herrenhausen, Herrenhäuser Str. 2.

- Farbenfabriken Bayer AG, (Biologisches Institut), (22 c) Leverkusen-Bayerwerk.
- Feistritzer, Dr. Walter, Ragis-Zuchtstätte, (20 a) Heidehof-Brockhöfe (Kr. Uelzen).
- Feltz, Dr. Heinz, Diplolandwirt, Höhere Landbauschule, (16) Witzhausen (Werfa), Steinstr. 19.
- Fetzer, Eugen, Inhaber der Fa. Eugen Fetzer, Samenzucht — Samengroßhandlung, (13 a) Kitzingen.
- Fischer, Dr. Hermann, Oberregierungs-Landwirtschaftsrat, Leiter des Pflanzenschutzamts, (24 b) Kiel, Westring 383.
- Fischer, Dr. Wilhelm J., Professor, (14 a) Stuttgart-Bad Cannstatt, Züricher Str. 71.
- Fischnich, Dr. habil. Otto, Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Saatguterzeugung in der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, (20 b) Braunschweig-Völkenrode.
- Förderungsgemeinschaft für Saatgutforschung, Prof. Dr. E. Lowig, (14 b) Reutlingen, Gartenstr. 30.
- Frank, Dr. Hanns, Süddeutsche Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft — Bakteriologisches Institut —, (13 b) Freising-Weißenstephan (Obb.).
- Frenzel, Dr. Burkhard, Privatdozent, Wissenschaftl. Assistent am Botanischen Institut der Landwirtschaftl. Fakultät an der Technischen Hochschule München, (13 b) Freising-Weißenstephan (Obb.).
- Fruhstorfer, Dr. Anton, Professor, Leiter des Vereins Deutscher Düngere-Fabrikanten, (24 a) Hamburg-Sasel, Saselbergweg 29.
- Fuchs, Dr. Eva, Wissenschaftl. Angestellte am Institut für physiologische Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Fuchs, Dr. Walter H., o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausberger Weg 5 a.
- Garber, Dr. Kurt, Abteilungsvorsteher, Leiter der Abteilung „Versuchsfeld“ des Staatsinstituts für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Gassner, Dr. Georg Gustav, (16) Frankfurt (Main)-Höchst, Gebeschußstr. 54.
- v. Gavél, Dr. Lotte, Wissenschaftl. Angestellte am Bakteriologischen Institut der Süddeutschen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, (13 b) Freising-Weißenstephan (Obb.).
- Gehring, Dr. Friedrich, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Bakteriologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Georgi, Friedrich, Mitinhaber der Verlagsbuchhandlung Paul Parey, (1) Berlin SW 61, Lindenstr. 44/47.
- Gerlach, Dr. Wolfgang, Diplomgärtner, Leiter des Instituts für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Gistl, Dr. Rudolf, o. Professor, Direktor des Instituts für angewandte Botanik der Technischen Hochschule, (13 b) München, Meiserstr. 21.
- Gleisberg, Christian-Friedrich, Diplomforstwirt, A.C.F. — Forests Office, Kagalu-Yei (Sudan).

VI Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik

- Gleisberg, Dr. Walther, em. ord. Professor für angew. Botanik (gärtn. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung), (24 a) Wellinghusen b. Hamburg.
- Gottschalk, Johann, Landwirt, (13 a) Nürnberg, Ziegenstr. 19.
- Gottschalk, Dr. W., apl. Professor, Institut für landwirtschaftliche Botanik der Universität, (22 c) Bonn, Meckenheimer Allee 176.
- Graskemper, Maximilian, Diplomlandwirt, (21 a) Paderborn, Friedrich-Ebert-Str. 7.
- Grimm, Dr. Hans, Saat- und Erntetechnik GmbH., (16) Eschwege, Industriebhof 11.
- de Haas, Dr. Gerhard, Professor, Direktor des Instituts für Obstbau und Baumschule der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule Hannover,, (20 a) Sarstedt, Haus Steinberg.
- Härle, Dr. Albert, Regierungsrat, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Härtel, Dr. K., Farbwerke Hoechst AG., (16) Frankfurt (Main)-Höchst.
- Hahmann, Dr. Kurt, Professor, (24 a) Hamburg 19, Eichenstr. 52.
- Hahn, Dr. Ilse-Margritt, Wissenschaftl. Mitarbeiterin am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausbergerweg 9.
- Hanf, Dr. Martin, (22 b) Limburgerhof (Pfalz), Königsplatz 10.
- Harder, Dr. phil. Dr. rer. nat., phil. nat. h. c. Richard, em. oö. Professor, ehem. Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, (20 b) Göttingen, Untere Karspüle 2.
- Hassebrauk, Dr. Kurt, apl. Professor, Direktor und Professor an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Heidenreich, Georg, Saatzüchter, Inhaber der Saatzucht Dr. h. c. R. Carsten, (24 a) Bad Schwanau, Lübecker Str. 66.
- Heigener, Dr. Herbert, Direktor der Landwirtschaftl. Untersuchungs- und Forschungsanstalt mit Institut für Wirkstoffprüfung, (24 b) Kiel, Gutenbergstr. 75/77.
- Heimann, Dr. Max, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Pflanzenkrankheiten der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, (16) Geisenheim (Rheingau).
- Heinrich, Dr. Walter, Leiter der Außenstelle Seligenstadt der Kleinwanzlebener Saatzucht, (13 a) Seligenstadt b. Würzburg.
- Heitefuß, Rudolf, Diplomlandwirt, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausbergerweg 5 a.
- Herbst, Dr. Walter, Radiobiologisches Institut der Universität, (17 b) Freiburg (Br.), Hebelstr. 36.
- Hertzsch, Dr. Walther, Leiter der Abteilung Futterpflanzen des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut), (22 c) Köln-Vogelsang, Post Köln-Bickendorf.
- Hilkenbäumer, Dr. Friedrich, o. Professor, Direktor des Instituts für Obstbau der Universität, (22 c) Bonn, Auf dem Hügel 6.

- Hille, Dr. Manfred, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11—12.
- Hochapfel, Dr. Heinz, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Obstkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (17 a) Heidelberg, Ziegelhäuser Landstr. 67.
- Höppner, Dr. Herbert, Prüfstellenleiter am Bundessortenamt, Prüfstelle Rethmar, (20 a) Rethmar über Lehrte (Hann.)
- Hofferbert, Wilhelm, Diplomlandwirt, Saatzuchtleiter bei der Fa. Vereinigte Saatzuchten e.G.m.b.H., (20 a), Wessenstedt über Ebstorf (Kr. Uelzen).
- Hoffmann, Dr. Walther, o. Professor, Direktor des Instituts für Vererbungs- und Züchtungsforschung der Fakultät für Landbau der Technischen Universität, (1) Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 6.
- Holz, Dr. Wilhelm, Landwirtschaftsrat, Referent beim Pflanzenschutzamt Oldenburg, (23) Oldenburg (Oldb.), Ratsherr-Schulze-Str. 8.
- Hopf, Dr. Maria, wissenschaftl. Assistentin am Römisch-Germanischen Zentralmuseum, (22 b) Mainz, Ernst-Ludwig-Platz 4.
- Hopfengart, Dr. Martin, Diplomlandwirt in der I. G. Pflanzenzucht, (13 b) München 15, Nußbaumstr. 14.
- v. Horn, Dr. Axel, Leiter der Bezirksstelle Braunschweig des Pflanzenschutzamtes Hannover, (20 b) Braunschweig, Hochstr. 17/18.
- Huber, Dr. Bruno, o. Professor, Direktor des Forstbotanischen Instituts der Bayer. Forstlichen Forschungsanstalt, (13 b) München, Amalienstr. 52.
- Hübner, Dr. Rolf, Professor, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Eichhof, (16) Bad Hersfeld.
- Hülzenberg, Dr. Heinrich, Oberlandwirtschaftsrat i. R., (16) Lollar (Kr. Gießen), Daubringerstr. 13.
- Hülsmann, Dr. Günter, Diplomlandwirt, Saatzuchtleiter der Stader Saatzucht, (24 a) Stade (Elbe), Hof Bockhorst.
- Husfeld, Dr. Bernhard, Professor, Direktor der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, (22 b) Siebeldingen über Landau (Pfalz).
- Hygen, Dr. Georg, Professor, Vorstand des Botanischen Instituts der Norwegischen Landwirtschaftl. Hochschule (Norges Landbrugshøgskole, Botanisk Institutt), Vollebekk (Norwegen).
- Institut für Forstbotanik und Forstgenetik der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, (20 b) Hann. Münden, Werraweg 1.
- Institut für Gemüsebau der Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, (13 b) Freising-Weihenstephan (Obb.)
- Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Jaenichen, Dr. Hermann, (1) Berlin-Zehlendorf, Lupsteiner Weg 55 B.
- Jagnow, Dr. Gerhard, Research Officer, Ministry of Agriculture, Khartoum (Sudan).
- Jørstad, Dr. Ivar, Statsmykolog, Statens Plantevern, Botanisk Avdeling, Oslo, Botanisk Museum (Norwegen).
- Kabiersch, Dr. Waldefried, Landwirtschaftsrat, Leiter der Bezirksstelle Uelzen des Pflanzenschutzamtes Hannover, (20 a) Uelzen (Hann.), Siburgstr. 7.

VIII Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik

- v. Kameke, Dobimar, Pflanzenzüchter, (20 a) Böstlingen über Walsrode (Hann.).
- v. Kameke, L. G., Pflanzenzüchter, (23) Hainmühlen über Bremerhaven.
- Kappert, Dr. phil. Dr. rer. hort. h. c. Hans, em. ord. Professor, Botanisches Institut der Universität, (21 a) Münster (Westf.), Schloßgarten 3.
- Kaufhold, Dr. Wilhelm, Oberlandwirtschaftsrat an der Bayerischen Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, (13 a) Veitshöchheim b. Würzburg.
- Kemmer, Erwin, Dr. agr. h. c., o. Professor, Direktor des Instituts für Obstbau der Fakultät für Landbau der Technischen Universität, (1) Berlin-Dahlem, Kiebitzweg 18.
- Kersting, Dr. Franz, Landwirtschaftsrat, Leiter der Außenstelle Arnberg des Pflanzenschutzamtes Münster, (21 b) Arnberg, Grafenstraße 79.
- Knapp, Dr. Dr. agr. h. c. Ernst, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau der Universität, (22 c) Bonn, Kiefernweg 16.
- Klauditz, Dr. Wilhelm, Direktor des Instituts für Holzforschung an der Technischen Hochschule Braunschweig, (20 b) Braunschweig-Kralenriede, Bienroder Weg 54 a.
- Klauss, Dr. Dora, Referentin bei der Landwirtschaftskammer für das Saarland, Saarbrücken 3, Lessingstr. 12.
- Kleinwanzlebener Saatzucht vorm. Rabbethge & Giesecke A.-G., (20 b) Einbeck (Hann.)
- Knapp, Dr. Edgar, Honorar-Professor an der Universität Heidelberg, Direktor des Max-Planck-Instituts für Pflanzengenetik, (17 a) Rosenhof, Post Ladenburg.
- Knapp, Dr. Rüdiger, Professor, Botanisches Institut der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Bismarckstr. 16.
- Knösel, Dr. Dieter, Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Kobel, Dr. Fritz, Professor, Direktor der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, Schützenmattstr. 6 (Schweiz).
- Kobel, Dr. Fritz, Eidg. Landwirtschaftl. Versuchsanstalt, Zürich-Oerlikon (Schweiz).
- Köhler, Dr. Erich, Oberregierungsrat a. D., (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Köhnlein, Dr. Johannes, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (24 b) Kiel, Olshausenstraße 40—60.
- König, Dr. Friedrich, apl. Professor, Leiter des Lehr- und Forschungsinstituts Steinach der Studiengesellschaft zur Förderung der Grünlandwirtschaft, (13 a) Steinach b. Straubing (Ndb.).
- Koltermann, Dr. Alwin, Landwirtschaftsrat, Leiter der Bezirksstelle Göttingen des Pflanzenschutzamtes Hannover, (20 b) Göttingen, Schildweg 11.
- Kotte, Dr. Walter, Professor, (17 b) Freiburg (Br.), Hauptstr. 34.
- Kribben, Dr. Franz Josef, Biologisches Forschungsinstitut, (16) Limburg (Lahn), Grabenstr. 32.
- Krug, Helmut, Diplompächter, Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Versuchsanstalt für Landwirtschaft, (20 b) Braunschweig-Völkenrode.

- Kuckuck, Dr. Hermann, Professor, Direktor des Instituts für gärtnerische Pflanzenzüchtung der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule, (20 a) Hannover-Herrenhausen, Herrenhäuser Str. 2.
- Kühl, Dr. Rolf, (20 a) Hameln, Paul-Gerhardt-Weg 9.
- Küppers, Dr. Gustav-Adolf, (20 a) Müden/Oertze über Unterlüß (Kr. Celle).
- Küthe, Dr. Karlheinz, Leiter der Bezirksstelle Hessen-Nassau-Nord des Pflanzenschutzamtes Frankfurt (Main), (16) Gießen, Rabenweg 36.
- Kummer, Dr. Hans, Hauptbotaniker, Abteilungsleiter in der Staatl. Landwirtschaftl. Versuchs- und Forschungsanstalt, (17 a) Augustenberg, Post Grötzingen (Kr. Karlsruhe).
- Kummer-Anhaeuser, Dr. Hiltrud, Wissenschaftl. Mitarbeiterin an der Staatl. Landwirtschaftl. Versuchs- und Forschungsanstalt, (17 a) Augustenberg, Post Grötzingen (Kr. Karlsruhe).
- Lamprecht, Dr. Dr. h. c. Herbert, Professor, Landskrona, N. Långgatan 23 (Schweden).
- Landes-Lehr- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau, (22 b) Neustadt (Weinstraße), Maximilianstr. 43/45.
- Latzko, Dr. Erwin, Agrikulturchemisches Institut der Technischen Hochschule München, (13 b) Freising-Weihenstephan (Obb.).
- Laux, Dr. Dietrich, Inhaber der Fa. Gebr. Laux, Samenzucht — Samen-großhandlung, (22 a) Haan (Rhld.).
- Lehmann, Dr. Rudolf, Diplomlandwirt, (13 b) Buxheim (Iller), Am Schönblick 2.
- Leib, Dr. Edmund, Oberregierungsrat, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Referat Pflanzenschutz, (22 c) Bonn, Peter-Ruster-Straße 4.
- Leicht, Alfons, Diplomlandwirt, Referent für Pflanzenschutz beim Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern, Abt. Landwirtschaft, (14 b) Tübingen, Keplerstr. 2.
- Lein, Dr. habil. Alfred, Saatzuchtleiter i. F. Ferdinand Heine, (20 a) Schnega (Hann.).
- Lein, Dr. Martin, Diplomlandwirt, Hodeiba Agricultural Research Station, P. O. Box 31, Ed Damer (Sudan).
- Lembke, Hans-Georg, Norddeutsche Pflanzenzucht, (24 b) Hohenlieth, Post Holtsee über Eckernförde.
- Lichte, Dr. Hans-Friedrich, Wissenschaftl. Angestellter am Staatsinstitut für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Lichter, Dr. Robert, Ragis-Zuchtstation Heidehof, (20 a) Brockhöfe (Kr. Uelzen).
- Liebster, Dr. Günther, o. Professor, Direktor des Instituts für Obstbau der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau an der Technischen Hochschule München, (13 b) Freising-Weihenstephan (Obb.).
- Limberg, Dr. Paul, Wissenschaftl. Assistent am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Nordanlage 55.
- Lindenbein, Dr. Werner, ao. Professor, Direktor des Instituts für Samenkunde mit Landesanstalt für Samenprüfung der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Linser, Dr. Hans, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzen-ernährung der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Braugasse 7.

- Linskens, Dr. Hansferdinand, o. Professor, Direktor des Botanischen Laboratoriums und des Botanischen Gartens der R. K. Universität, Nijmegen, Driehnizerweg 200 (Niederlande).
- v. Lochow, Dr. Jost, Geschäftsführer der Pflanzenzucht-Abteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, (16) Frankfurt (Main), Zimmerweg 16.
- Loewel, Dr. Ernst Ludwig, Professor, Direktor der Obstbauversuchsanstalt Jork, (24 a) Jork (Bez. Hamburg).
- Lucke, Dr. Rupprecht, (14 a) Stuttgart-Plieningen, Neuhauser Straße 14/1.
- Ludewig, Dr. Karl, Regierungsrat, Leiter der Dienststelle für Grundsatzfragen sowie des Archivs der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Lüdecke, Dr. Hans, Professor, Direktor des Instituts für Zuckerrübenforschung, (20 b) Göttingen, Holtenser Landstr. 77.
- Maatsch, Richard, o. Professor, Direktor des Instituts für Zierpflanzenbau der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule, (20 a) Hannover-Herrenhausen, Herrenhäuser Str. 2.
- Mäckel, Dr. Hans Georg, Wissenschaftl. Rat am Staatsinstitut für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Marcus, Dr. Otto, Wissenschaftl. Assistent beim Pflanzenschutzamt, (16) Kassel-Harleshausen, Am Versuchsfeld 13.
- Mayer-Krapoll, Hermann, Diplomlandwirt, (22 a) Düsseldorf-Nord, Meineckestr. 2.
- Meffert, Dr. Maria-Elisabeth, Wissenschaftl. Assistentin an der Kohlenstoffbiologischen Forschungsstation, (22 a) Essen-Bredeney, Bredeneyer Str. 66.
- E Merck A.-G., (16) Darmstadt.
- Mevius, Dr. Walter, o. Professor, Direktor des Staatsinstituts für Allgemeine Botanik und Botanischen Gartens, (24 a) Hamburg 36, Jungiusstr. 6.
- Micke, Dr. Alexander, Wissenschaftl. Assistent am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausbergerweg 9.
- Mohs, Hans-Jürgen, Diplombiologe, (24 a) Hamburg, Hochallee 116.
- Moog, Dr. Heinrich, Regierungsrat a. D., (13 b) Würzburg, Erthalstr. 20.
- Müller, Dr. Heinrich W. K., Abteilungsvorsteher am Staatsinstitut für Angewandte Botanik, Leiter der Abteilung Pflanzenschutz (Pflanzenschutzamt), (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Müller, Dr. Horst, Direktor und Professor in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Müller, Dr. K. W., Wissenschaftl. Assistent am Institut für gärtnerische Botanik und Pflanzenschutz der Staatl. Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Weißenstephan, (13 b) Freising (Obb.), Asamstr. 46.
- Müller, Wilfried, Oberstudienrat, (14 a) Stuttgart W, Leibnitzstr. 85.
- Neeb, Dr. Otto, Abteilungsleiter am Institut für Zuckerrübenforschung, (20 b) Göttingen, Holtenser Landstr. 77.
- Neubauer, Dr. Hans Franz, Professor für Botanik, Universitas Padjadjaran, Bandung (Djawa), Djl. Pagergunung 17 (Indonesien).

- Nicolaissen, Dr. Wilhelm, o. Professor, Direktor des Instituts für Gemüsebau der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule, (20 a) Hannover-Herrenhausen, Herrenhäuser Str. 2.
- Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek, (20 b) Göttingen, Prinzenstr. 1.
- Niemann, Dr. Emil, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (24 b) Kiel-Kitzeberg, Schloßkoppelweg 8.
- Niethammer, Dr. Niny, apl. Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart, (14 a) Kornthal (Württ.), Staudtstr. 19.
- Noll, Dr. Alfred, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Nuernbergk, Dr. habil. Erich Ludolf, apl. Professor, Wissenschaftl. Angestellter am Staatsinstitut für Allgemeine Botanik, (24 a) Hamburg 36, Jungiusstr. 6.
- Oltmann, Dr. Wilhelm, Saatzüchtdirektor in Kleinwanzlebener Saatzücht vorm. Rabbethge & Giesecke A.-G., (20 b) Einbeck (Hann.).
- Orth, Dr. Hans, Regierungsrat, Institut für Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (22 a) Fischnich (Bez. Köln), Kölner Str. 60.
- Pätzold, Dr. Christoph, Diplomlandwirt, Sachbearbeiter am Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, (20 b) Braunschweig-Völkenrode.
- Panse, Dr. Erich, F. von Lochow-Petkus G.m.b.H., (20 a) Bergen (Kr. Celle), Postfach 5.
- Pape, Dr. Heinrich, Oberregierungsrat a.D., (21 a) Bielefeld, Gobeliusstr. 14.
- Paulmann, Dr. Richard, (21 b) Rönsahl (Westf.).
- Pelshenke, Dr. Paul F., Professor, Direktor der Bundesforschungsanstalt für Getreideverarbeitung, (21 a) Detmold, Am Schützenberg 9.
- Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten“, Baarn, Javalaan 20 (Niederlande).
- Plarre, Dr. Werner, Oberassistent am Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung der Fakultät für Landbau der Technischen Universität Berlin, (1) Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 6.
- Plaut, Dr. M., Professor, (24 a) Hamburg 39, Opitzstr. 18 b.
- Pommer, Dr. Ernst-Heinrich, Versuchsstation Limburgerhof der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik, (22 b) Limburgerhof (Pfalz).
- Pommer, Josef, (13 b) Landshut (Bayern), Altstadt 369.
- Priebs, Dr. Fritz, Diplomlandwirt, (21 a) Wehrden (Weser) üb. Höxter
- Quantz, Dr. Ludwig, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für landwirtschaftl. Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Rabbethge, Dr. Matthias, Kleinwanzlebener Saatzücht vorm. Rabbethge & Giesecke, (20 b) Einbeck (Hann.), Grimsehlstr. 29.
- Rabbethge, Dr. phil. Dr. agr. h. c. Oscar, (20 b) Rotenkirchen über Kreensen.

XII Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik

- Rabien, Dr. Herbert, Oberregierungsrat a. D., (20 b) Braunschweig, Villierstr. 1.
- Raddatz, Frau Margarete, Inhaberin der Saatucht C. Raddatz-Hufenberg, (20 a) Habighorst über Celle.
- Radler, Dr. F., Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, (22 b) Siebeldingen über Landau (Pfalz).
- Reeh, Siegfried, Kaufm. Direktor der Saatstelle Herford, (21 a) Münster (Westf.), Birkenweg 16.
- Reher, Ingrid, Diplom-Biologin, (24 a) Aumühle b. Hamburg, Waldstraße 19.
- Reinau, Dr. Erich, Hochschulprofessor z. D., Bodenhygiene und Bodengesundheitsdienst, (17 b) Lörrach (Baden), Schützenweg 10.
- Reinhard, Dr. Hermann, Referent beim Pflanzenschutzamt, (21 a) Münster (Westf.), Gertrudenstr. 35.
- Reinold, Hugo, Samenzucht — anerkannte Qualitätsbaumschulen, (21 b) Dortmund-Kirchlinde, Westerwikstr. 7.
- Rempe, Dr. Helmut, Kohlenstoffbiologische Forschungsstation, (22 a) Essen-Bredeney, Brucker Holt 36.
- Repp, Dr. Gertraud, Univ.-Doz., Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Wien I, Dr. Lueger-Ring 1 (Österreich).
- Respondek, Dr. Viktor, (16) Frankfurt (Main), Kopernikusstr. 33.
- Richter, Dr. Harald, Professor, Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19, und (20 b) Braunschweig, Messeweg 11/12.
- Richter, Dr. Wolfram, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Grünlandschädlinge der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (23) Oldenburg (Oldb.), Philosophenweg 16.
- Riebesel, Georg, (22 c) Eschweiler über Feld (Kr. Düren).
- Riedel de Haën A.-G., (20 a) Seelze (Hann.).
- Rippel(-Balde), Dr. phil. Dr. agr. h. c. August, em. ord. Professor, (20 b) Göttingen, Albrechtstr. 6.
- Ritvanen, Magister Tyyne, Vorsteherin des Laboratorio Tampere von Suomen Maanviljelijäin Kauppa Oy, Tampere (Finnland).
- Röbbelen, Dr. Gerhard, Diplomlandwirt, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausbergerweg 9.
- Röder, Dr. Kurt, (1) Berlin-Frohnau, Zeltingerstr. 35.
- v. Rosenstiel, Dr. habil. Klaus, Privatdozent, Saatzüchtleiter bei der Nordsaat G.m.b.H., (24 b) Waterneverstorf üb. Lütjenburg (Ostholst.).
- Rudloff, Dr. C. F., oö. Professor, Direktor des Instituts für Obstbau und Gemüsebau der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Rudorf, Dr. Wilhelm, o. Professor, (22 c) Köln-Vogelsang, Post Köln-Bickendorf.
- Ruge, Dr. Ulrich, o. Professor, Direktor des Staatsinstituts für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Rundfeldt, Dr. Hans, Wissenschaftl. Assistent am Institut für gärtnerische Pflanzenzüchtung der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule, (20 a) Hannover-Herrenhausen, Herrenhäuser Str. 2.
- Rusch, Dr. Reinhart, (1) Berlin-Frohnau, Hofjägerallee 9.
- Ruschke-Heilmann, Dr. Ursula, (24 b) Schirnau über Rendsburg.

- Sabalitschka, Dr. Dr. Theodor, em. ord. Professor, Leiter der Biologisch-Chemischen Forschungsanstalt, (1) Berlin-Steglitz, Schmidt-Ott-Str. 15/16.
- Salzmann, Dr. R., Eidg. Landwirtschaftl. Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon, Zürich 50, Birchstr. 95 (Schweiz).
- Sartorius, Dr. Otto, Weingutsbesitzer, Lehrbeauftragter an der Universität Mainz, (22 b) Mußbach (Pfalz), Herrenhof 6.
- Schaffnit, Dr. Ernst, em. ord. Professor, (17 a) Neckargemünd b. Heidelberg, Merianstr. 9.
- Schander, Dr. Helmut, Privatdozent, Institut für Biologie der Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen, (22 c) Jülich.
- Schanderl, Dr. Hugo, Professor, Vorstand des Botanischen Instituts der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, (16) Geisenheim (Rheingau).
- Scheibe, Dr. Arnold, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausbergerweg 9.
- Scheibe, Dr. Kurt, Oberlandwirtschaftsrat, Leiter des Pflanzenschutzamtes (20 a) Ahlem b. Hannover, Wunstorfer Landstr. 1.
- Schelling, Julius, Diplomlandwirt, (22 a) Essen-Heisingen, Vollbergwinkel 18.
- Schlösser, Dr. habil. Ludwig-Arnold, Saatzuchtleiter der Kleinwanzlebener Saatzucht vorm. Rabbethge & Giesecke A. G., (20 b) Einbeck (Hann.), Kapellenstr. 2.
- Schmidle, Dr. Alfred, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Obstkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (17 a) Heidelberg, Tiergartenstr. 100.
- Schmidt, Dr. E. W., Honorarprofessor an der Freien Universität, (1) Berlin-Zehlendorf, Claszeile 22.
- Schmidt, Dr. Heinz-Herbert, Wissenschaftl. Angestellter am Staatsinstitut für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Schmidt, Dr. Lothar, Wissenschaftl. Mitarbeiter am Institut für Biologie der Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen, (21 a) Münster (Westf.), Im Hagenfeld 83.
- Schmidt, Dr. Werner, o. Professor, Institut für Waldbaumzüchtung und Diagnostik, (24 a) Hamburg-Bergedorf, Schlebuschweg 17.
- Schmitt, Dr. Ludwig, Professor, Direktor des Landwirtschaftl. Untersuchungsamts und der Versuchsanstalt der Land- und Forstwirtschaftskammer Hessen-Nassen, (16) Darmstadt, Rheinstr. 91.
- Schmitz, J., Inhaber der Fa. J. Schmitz, Samenhandlung und Gartenbaubetrieb, (13 b) München 2, Viktualienmarkt 5.
- Schneider, Dr. Roswitha, Wissenschaftl. Angestellte am Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Schratz, Dr. Eduard, ao. Professor, Direktor des Instituts für Pharmakognosie der Universität, (21 a) Münster (Westf.), Hittorffstr. 56.
- Schulze, Dr. Bruno, Professor, Sachverständiger für Holzschutz und Werkstoff-Biologie, Laboratorium für Holzschutztechnik, (1) Berlin-Dahlem, Brümmerstr. 52.
- Schulze, Dr. Erich, Professor, Institut für Pflanzenbau der Universität, (22 c) Bonn, Katzenburgweg 5.
- Schulze, Dr. Werner, em. Professor, Ministerialdirigent a. D., (20 a) Hannover, Gneisenaustr. 68.

XIV Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik

- Schumacher, Dr. Gustav, Oberlandwirtschaftsrat, (22 c) Bad Godesberg, Mittelstr. 97.
- Schumacher, Dr. Walter, Diplolandwirt, (1) Berlin N 65, Müllerstraße 170/172.
- Schumacher, Dr. Walter, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts der Universität, (22 c) Bonn, Meckenheimer Allee 170.
- Schuphan, Dr. Werner, apl. Professor für angewandte Botanik an der Universität Mainz, Direktor der Bundesanstalt für Qualitätsforschung pflanzlicher Erzeugnisse, (16) Geisenheim (Rheingau), Rüdesheimer Str. 12/14.
- Dr. Willmar Schwabe G.m.b.H., (17 a) Karlsruhe-Durlach, Postfach 30.
- Sebelin, Dr. Christian, (24 a) Reinbeck-Wentorf, Reinhardtallee 16.
- Seemann, Dr. J., Privatdozent, (22 c) Lengsdorfb. Bonn, Endenicher Straße 79.
- v. Sengbusch, Dr. Reinhold, Honorarprofessor, Direktor des Max-Planck-Instituts für Kulturpflanzenzüchtung, (24 a) Hamburg-Volksdorf, Waldredder 4.
- Siegel, Dr. O., Privatdozent, Direktor der Pfälz. Landw. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt, (22 b) Speyer (Rhein), Obere Langgasse 40.
- Slogteren, Dr. E. van, Professor, Direktor vom Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse (Niederlande).
- Speidel, Dr. Berthold, Wissenschaftl. Rat, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Eichhof, (16) Bad Hersfeld.
- Spicher, Dr. Gottfried, Wissenschaftl. Angestellter an der Bundesforschungsanstalt für Getreideverarbeitung, (21 a) Detmold, Am Schützenberg 9.
- Spicher, Dr. Günter, Wissenschaftl. Assessor am Robert-Koch-Institut, (1) Berlin N 65, Nordufer 20.
- Staatsinstitut für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Staatl. Weinbauinstitut, (17 b) Freiburg (Br.), Stefan-Meier-Straße 21.
- Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby, Hummeltoftevej 2 (Dänemark).
- Stählin, Dr. Adolf, o. Professor, Direktor des Instituts für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus Liebig-Universität, (16) Gießen, Ludwigstr. 23.
- Stahl, Dr. Marianne, Wissenschaftl. Angestellte an der Landesanstalt für Pflanzenschutz, (14 a) Stuttgart, Hohenheimer Str. 97.
- Steiner, Dr. Maximilian, o. Professor, Direktor des Pharmakognostischen Instituts der Universität, (22 c) Bonn, Meckenheimer Allee 170 a.
- Steudel, Dr. Werner, Regierungsrat, Leiter der Außenstelle des Instituts für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (22 c) Elsdorf (Rhld.), Zuckerfabrik Pfeifer & Langen.
- Stocker, Dr. Otto, o. em. Professor, (16) Darmstadt, Dachsbergweg 10.
- Stolze, Dr. Karl Viktor, Oberlandwirtschaftsrat, Direktor des Pflanzenschutzamtes Oldenburg, (23) Oldenburg (Oldb.), Kleiststr. 18.
- Straub, Dr. Josef, o. Professor, Direktor des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut), (22 c) Köln-Vogelsang, Post Köln-Bickendorf.

- Tamm, Dr. Ernst, o. Professor, Direktor des Instituts für Acker- und Pflanzenbau der Fakultät für Landbau der Technischen Universität, (1) Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 3.
- Theden, Dr. Gerda, Bundesanstalt für Materialprüfung, Fachgruppe Biologische Materialprüfung, Holzschutz und Holztechnologie, (1) Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 87.
- Thiede, Helmut, Diplomlandwirt, Leiter der Bezirksstelle Münster des Pflanzenschutzamtes, (21 a) Münster (Westf.), Gertrudenstr. 26.
- Thielebein, Dr. Martin, Abteilungsleiter am Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, (20 b) Braunschweig-Völkenrode.
- Thoenes, Dr. Hans, Saatzuchtleiter der Fa. Gebr. Dippe, Saatzucht G.m.b.H., (21 a) Herford (Westf.), Zimmerstr. 3.
- Tiegs, Dr. Ernst, Direktor und Professor a.D., (1) Berlin-Zehlendorf, Berliner Str. 79 b.
- Tietze, Dr. Ulrich, Institut für Pflanzenbau der Neuen Universität, (24 b) Kiel, Olshausenstr. 40—60.
- Tögel, Dr. Edwin, (20 b) Wolfenbüttel, Ungerstr. 1.
- Tornau, Dr. Otto, o. Professor, (20 b) Göttingen, Am Goldgraben 8 a.
- Tropitzsch, Dr. Rolf, Chemische Fabrik Markttredwitz, (13 a) Markttredwitz (Oberfr.), Liebigstr. 28.
- Ullrich, Dr. Hermann, o. Professor, Direktor des Instituts für landwirtschaftl. Botanik der Universität, (22 c) Bonn, Meckenheimer Allee 176.
- Ullrich, Dr. Johannes, Regierungsrat, Institut für Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messweg 11/12.
- Universitäts-Bibliothek, Abteilung Landwirtschaft, (22 c) Bonn, Meckenheimer Allee 172.
- Universitäts-Bibliothek, (22 b) Mainz, Saarstr. 21.
- Uschdraweit, Dr. Hans August, Leiter des Instituts für gärtnerische Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Valentin, Dr. Heinz, Diplomgärtner, Landesverband Gartenbau „Nordrhein“ e.V., (22 c) Köln-Riehl, Im Botanischen Garten.
- Vömel, Dr. Annelise, Diplomlandwirtin, Wissenschaftl. Assistentin am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität, (16) Rauisch-Holzhausen über Kirchhain (Bez. Kassel), Schloß.
- Vogel, Dr. Franz, Professor, Leiter der Abteilung Bodenkunde am Bayer. Geologischen Landesamt, (13 b) München 22, Prinzregentenstr. 28.
- Vogt, Dr. Ernst, Professor, Direktor i. R., (17 b) Freiburg (Br.), Okenstr. 46.
- Vogt, Eugen, Saatzuchtleiter, (20 a) Springe (Deister), Schützenstr. 2.
- Vornewald, Hermann, Apotheker, (21 a) Schlangen i. Lippe über Paderborn, Apotheke.
- Waeffler, Dr. Ruth, Basel, Eichenstr. 29 (Schweiz).
- Wagman, Dr. Frederick, H., Direktor, University of Michigan, Ann Arbor (Michigan) (USA).
- Walter, Dr. Heinrich, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts und Botanischen Gartens der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.

XVI Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik

- Warmbrunn, Dr. Karl, Regierungs-Landwirtschaftsrat, Leiter des Pflanzenschutzamtes, (14 a) Stuttgart W, Reinsburgstr. 32/34.
- Weck, Dr. Dr. h. c. Rudolf, Mitinhaber der Saatucht W. v. Borries-Eckendorf, (21 a) Rittergut Hovedissen, Post Schuckenbaum über Bielefeld 2.
- Wellmer, Dr. Walter, Regierungslandwirtschaftsrat am Pflanzenschutzamt, (24 b) Kiel, Westring 383.
- Weltzien, Dr. Heinrich Carl, Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Windisch, Dr. Siegfried, ao. Professor, Technische Universität Berlin und Institut für Gärungsgewerbe, (1) Berlin N 65, Seestr. 13.
- Winkelmann, Dr. August, Landwirtschaftsdirektor, Direktor des Pflanzenschutzamtes, (21 a) Münster (Westf.), von-Esmarch-Str. 12.
- v. Witsch, Dr. Hans, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau an der Technischen Hochschule München, (13 b) Freising-Weihenstephan (Obb.).
- Wöhrmann, Dr. Klaus, Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Zweigstelle Scharnhorst, (20 a) Scharnhorst ü. Neustadt a. Rübenberge.
- Wöstmann, Dr. Ernst, Referent beim Pflanzenschutzamt, (21 a) Münster (Westf.), Marderweg 13/15.
- Zehgruber, Dr. Hanns, Diplomgärtner, (22 b) Mainz, Colmarstr. 10.
- Zeller, Dr. Otti, Privatdozentin, Institut für Obstbau und Gemüsebau der Landwirtschaftl. Hochschule, (14 a) Stuttgart-Hohenheim.
- Ziegenbein, Dr. Gerta, Landwirtschaftsrätin, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Eichhof, (16) Bad Hersfeld.
- v. Zitzewitz, Achim, Zuchtleiter der Pommerschen Saatucht GmbH, Zuchtgut Schönweide, (24 b) Schönweide (Kr. Plön/Holstein).
- Zycha, Dr. Herbert, apl. Professor, Regierungsrat, Leiter des Instituts für Forstpflanzenkrankheiten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Hann. Münden, Kasseler Str. 22.